

OSP15604~15607  
US15604 Y/I

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    5 月    1 日  
Date of Application:

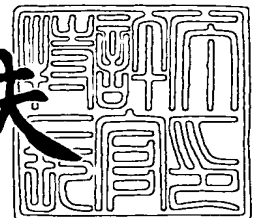
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 2 6 3 1 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 1 2 6 3 1 7 ]

出      願      人                      セイコーエプソン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月 2 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 2 5 5 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0099207

【提出日】 平成15年 5月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 29/786

【発明の名称】 塗布装置、薄膜の形成方法、薄膜形成装置及び半導体装置の製造方法、並びに電気光学装置、電子機器

【請求項の数】 14

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

    【氏名】 湯田坂 一夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000002369

    【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100089037

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 渡邊 隆

【代理人】

    【識別番号】 100064908

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

    【識別番号】 100110364

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 実広 信哉

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9910485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 塗布装置、薄膜の形成方法、薄膜形成装置及び半導体装置の製造方法、並びに電気光学装置、電子機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 塗布室内にて基板上に液状材料を塗布する塗布装置であって

、  
前記塗布室に前記液状材料を供給する第 1 の液供給系が設けられており、該第 1 の液供給系に、前記塗布室内または第 1 の液供給系内に残留する前記液状材料を洗浄し、あるいは該液状材料の活性を失わせるための液を供給する第 2 の液供給系が設けられていることを特徴とする塗布装置。

【請求項 2】 前記塗布室には、該塗布室内の雰囲気を独立して制御するための制御機構が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の塗布装置。

【請求項 3】 前記第 2 の液供給系が複数設けられており、そのうちの少なくとも一つが前記塗布室内または第 1 の液供給系内に残留する液状材料を洗浄するための洗浄剤を供給する系であり、他の少なくとも一つが前記塗布室内または第 1 の液供給系内に残留する液状材料の活性を失わせるための失活剤を供給する系であることを特徴する請求項 1 又は 2 記載の塗布装置。

【請求項 4】 前記塗布室には、スピンコートが設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の塗布装置。

【請求項 5】 前記第 1 の液供給系は、前記液状材料を貯留する容器と、該容器から導出される液状材料の量を制御する滴下量制御部と、液状材料を吐出するノズル部とを備えてなり、これら容器、滴下量制御部、ノズル部は、この順で鉛直方向に上から配置され、かつ、これら各部を接続する液状材料用配管は前記鉛直方向に対しての水平部分を有することなく全て鉛直方向に向けて配設されてなることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の塗布装置。

【請求項 6】 前記塗布室には、微小液滴を吐出する液滴吐出部が設けられ、該液滴吐出部は基板を保持するステージと相対的に移動することにより、該ステージ上に保持された基板の所望位置に微小液滴を滴下する機能を有することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の塗布装置。

【請求項 7】 前記塗布室には、該塗布室内に導入された後不要となった液を廃液として収容する廃液収容機構が設けられていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に記載の塗布装置。

【請求項 8】 塗布室内にて基板上に液状材料を塗布し、該基板上に薄膜を形成する薄膜の形成方法であって、

前記塗布室に、第 1 の液供給系より前記液状材料を供給して基板上に薄膜を形成し、その後、第 2 の液供給系より、前記液状材料を洗浄しあるいは該液状材料の活性を失わせるための液を第 1 の液供給系に供給して、前記塗布室内または第 1 の液供給系内に残留した液状材料を洗浄しあるいは該液状材料の活性を失わせることを特徴とする薄膜の形成方法。

【請求項 9】 請求項 1～7 のいずれか一項に記載の塗布装置と、該塗布装置で液状材料が塗布された基板を加熱する熱処理装置とを備えてなり、

前記塗布装置および前記熱処理装置には、前記基板に各処理を施す処理室内の雰囲気それぞれ独立して制御する制御機構が備えられていることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項 10】 前記基板の表面洗浄等の前処理を行う前処理装置を備え、この前処理装置にも、その処理を施す処理室内の雰囲気を独立して制御する制御機構が備えられていることを特徴とする請求項 9 記載の薄膜形成装置。

【請求項 11】 前記各装置の処理室に連通する接続室が備えられ、この接続室にも、該接続室内の雰囲気を独立して制御する制御機構が備えられていることを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の薄膜形成装置。

【請求項 12】 半導体装置を構成する各機能層のいずれかの機能層を、該機能層の構成成分を含有する液状材料を基板上に塗布することによって形成する半導体装置の製造方法において、

前記機能層を形成する工程では、請求項 8 に記載の薄膜の形成方法を用いて、前記機能層を形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 13】 請求項 12 記載の半導体装置の製造方法により製造された半導体装置を備えたことを特徴とする電気光学装置。

【請求項 14】 請求項 13 記載の電気光学装置を備えたことを特徴とする

電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液状材料を用いて薄膜を形成する技術に係るもので、特に塗布装置、薄膜の形成方法、薄膜形成装置、半導体装置の製造方法、電気光学装置、並びに電子機器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、各種電子機器に採用されている半導体装置は、半導体膜、絶縁膜、及び導電膜等の薄膜で構成されているのが一般的である。これらの薄膜形成には、主にCVD (Chemical Vapor Deposition) 法やスパッタ法が採用されている。CVD法には常圧CVD、減圧CVD、プラズマCVD、光CVD等がある。また、スパッタ法にはAC型とDC型があり、AC型は絶縁膜形成に、DC型は導電膜形成に用いられている。

【0003】

従来のCVD法やスパッタ法には、真空装置、プラズマ等を発生させるための電源装置、薄膜形成のためのガス供給装置、基板温度の制御等が必要である。また、薄膜形成に用いるガスとしては、毒性、可燃性、自然発火性などの性質を有するものが多く、ガスの漏洩検知器、排ガスを無害化するための除害装置、ガス容器やガス配管部の排気装置など、安全性を確保するために様々な付帯設備が必要となる。従って、従来の薄膜形成装置は高価でかつ大掛かりなものとなってしまうという問題を有している。また、膜厚や膜質の制御に関与する装置条件が非常に多く、均一性や再現性を確保するのが難しいという問題を有している。さらにまた、これらの方法では、気相から固相の薄膜を形成するため、生産性がよくないと云う問題も有している。このような問題を解決する方法として、近年、従来の前記成膜法とは異なる手法により薄膜を形成し、半導体装置などを製造する方法が提案されている。

【0004】

例えば、液状材料を基板に塗布して塗布膜を形成し、該塗布膜を熱処理することにより所望の薄膜を形成する方法がある。該薄膜の基本形成工程は、基板上に液状材料を塗布して塗布膜を形成する塗布工程と、該塗布膜を熱処理して所望の薄膜を得るための熱処理工程からなる。この工程によれば、小型で安価な装置により、生産性が高く、低コストで薄膜形成ができ、結果的に低コストの薄膜デバイスを製造することが可能となる。

#### 【0005】

前記塗布工程としては、スピンコート法又は液体吐出法（インクジェット法）による塗布方法が一般に採用される。スピンコート法では、例えば、処理液の変更等に伴って必要となるカバーの着脱作業が容易なスピナー（例えば、特許文献1参照。）や、回転容器の蓋体を閉じたまま塗布液を被処理基板に供給できる塗布装置（例えば、特許文献2参照。）等が提案されている。また、インクジェット法では、近年、角速度や移動速度を制御しながら、被塗布基板とインクジェットヘッドとを相対的に回転しつつ、回転軸側の領域とそれから遠くなる側の領域との間で相対移動し、インクジェットヘッドの微小ノズルから、被塗布基板へ液体を吐出し、均一性の良い状態の塗布膜を被塗布基板上に形成する装置（例えば、特許文献3参照。）等が提案されている。

#### 【0006】

また、前記熱処理工程としては、酸素濃度が一定値以下に調整された焼成炉内で絶縁膜を焼成する方法（例えば、特許文献4参照。）等が提案されている。さらに、塗布工程と熱処理工程との一連の工程としては、例えば、被処理物表面に塗布された塗布液を滴下し、被処理物表面に塗布液を均一に拡げ、被処理物の外端部下面に被膜形成用塗布液の一部が廻り込んだままの被処理物をそのまま減圧乾燥装置に搬送し、ある程度まで乾燥させた後、加熱乾燥する被膜形成方法が提案されている（例えば、特許文献5参照。）。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特開平5-154430号公報

##### 【特許文献2】

特開平 8 - 8 3 7 6 2 号公報

【特許文献 3】

特開平 9 - 1 0 6 5 7 号公報

【特許文献 4】

特開平 9 - 2 1 3 6 9 3 号公報

【特許文献 5】

特開平 1 1 - 2 6 2 7 2 0 号公報

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来技術に示すように、塗布工程及び熱処理工程を連続的に処理する薄膜形成装置や、各工程で使用される様々な塗布装置及び熱処理装置が提案されてはいるものの、特に前記塗布装置や熱処理装置の性能向上、かつ小型化及び低コスト化、ひいては薄膜形成装置全体の高性能化、かつ小型化及び低コスト化を進める上で、更なる改良が必要となっている。

【0 0 0 9】

また、塗布膜を形成するための液状材料に、安全上問題のあるものがある。例えば、液状材料は、通常有機溶剤を含むので可燃性である。このため、薄膜形成装置を構成する部材の材料には、可能な限り金属材料を用い、少なくとも塗布工程が行われるチャンバには、プラスチック材料等の可燃性材料を使用せず、さらに、有機溶剤の蒸気を排気する構造を設けるなどの措置が施されるべきである。ところが、従来の塗布装置や薄膜形成装置では必ずしもそのようにはなっていない。

また、液状材料が、毒性の気体を発生させる、あるいは酸素の存在下において自然発火性を有するなど、安全上特に注意を要するもの場合には、このような液状材料を、従来の塗布装置や薄膜形成装置では実質的に使用することができなかった。

【0 0 1 0】

さらにまた、半導体膜や金属膜を液状材料から形成する場合には、塗布工程や熱処理工程において、その処理雰囲気を厳密に管理する必要がある。しかしなが



ら、従来の薄膜形成装置では処理雰囲気の管理が不十分であった。例えば、S i 膜を形成する場合、酸素が少しでも存在している雰囲気で塗布工程や熱処理工程を行うと、S i 膜中にシリコン酸化膜が形成されてしまい、半導体膜としての性能が損なわれてしまう結果となる。このような薄膜形成においては、酸素濃度を例えば 1 0 p p m 以下に制御するなどの必要があるが、そのための具体的な装置構成は従来提案されていなかった。

また、液状材料を長時間放置すると、溶剤の揮発や化学的な反応などによって粘度上昇や固形成分の析出などを起こすので、液状材料の供給系統や制御系統に支障が出たり、欠陥を多く含む薄膜になったりするという問題が生じるが、従来の塗布装置や薄膜形成装置ではこれらの問題に対して十分な対策が講じられていなかった。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明は、前記事情を鑑みてなされたもので、欠陥が少なく高性能の薄膜を得ることができ、また装置のメンテナンスを効率よく行うことができ、さらに安全性の高い薄膜形成を行うことができる、塗布装置、薄膜の形成方法、薄膜形成装置、半導体装置の製造方法、電気光学装置、並びに電子機器を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 1 2 】

##### 【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するため本発明の塗布装置は、塗布室内にて基板上に液状材料を塗布する塗布装置であって、前記塗布室に前記液状材料を供給する第 1 の液供給系が設けられており、該第 1 の液供給系に、前記塗布室内または第 1 の液供給系内に残留する前記液状材料を洗浄し、あるいは該液状材料の活性を失わせるための液を供給する第 2 の液供給系が設けられていることを特徴としている。

この塗布装置によれば、洗浄剤または失活剤により、第 1 の液供給系内に残留している液状材料を除去しあるいはこれを無害化することが可能となる。

#### 【 0 0 1 3 】

塗布膜を例えばスピコート法で形成した場合、滴下した液状材料のうち 9 0 % 以上が基板の回転によって基板周辺に飛散する。この飛散した液状材料は、基

板周辺に設けた受け皿で捕集し、廃液系に導かれるが、塗布室内に残留してしまうものもある。この残留液状材料は、長時間の放置で乾燥し固形の粉末となり、次に塗布膜を形成するときの欠陥要因となってしまう。

しかし、前記の塗布装置によれば、残留液状材料を洗浄しあるいは無害化し、さらに廃液系に導くこともできるので、欠陥の少ない薄膜を形成することが可能となる。

また、メンテナンスや非定常作業のために塗布室を大気解放しなければならないこともあるが、多くの液状材料は可燃性であり、液状材料によっては毒性や発火性を有するものもあることから、メンテナンスや非定常作業は危険な作業となる。

しかし、前記の塗布装置によれば、これらの作業も安全に行うことが可能となる。

#### 【 0 0 1 4 】

また、前記塗布装置においては、前記塗布室に、該塗布室内の雰囲気を独立して制御するための制御機構が設けられているのが好ましい。

このようにすれば、液状材料の塗布を制御された雰囲気下で連続して実施できるので、液状材料や基板上に形成された塗布膜が大気に晒されることがなく、したがって例えば得られる薄膜への酸化物の含有を極力抑えることができ、これにより所望の特性を有する薄膜を良好に形成することが可能となる。

#### 【 0 0 1 5 】

また、前記塗布装置においては、前記第 2 の液供給系が複数設けられており、そのうちの少なくとも一つが前記塗布室内または第 1 の液供給系内に残留する液状材料を洗浄するための洗浄剤を供給する系であり、他の少なくとも一つが前記塗布室内または第 1 の液供給系内に残留する液状材料の活性を失わせるための失活剤を供給する系であるのが好ましい。

このようにすれば、洗浄剤が失活剤としての機能を有していない場合や、洗浄と失活のそれぞれの機能を効率的に発揮できる液体材料が異なる場合に、それぞれ別の液供給系から洗浄剤および失活剤を供給することが可能となり、したがって塗布室内または第 1 の液供給系内の洗浄および失活の両方を容易に行うことが

できるようになる。

【0016】

また、前記塗布装置においては、前記塗布室に、スピンコートが設けられていてもよい。

このようにすれば、液滴の塗布をスピンコート法で良好に行うことが可能になる。

【0017】

また、前記塗布装置においては、前記第1の液供給系は、前記液状材料を貯留する容器と、該容器から導出される液状材料の量を制御する滴下量制御部と、液状材料を吐出するノズル部とを備えてなり、これら容器、滴下量制御部、ノズル部は、この順で鉛直方向に上から配置され、かつ、これら各部を接続する液状材料用配管は前記鉛直方向に対しての水平部分を有することなく全て鉛直方向に向けて配設されてなるのが好ましい。

このようにすれば、液状材料をその自重によって液状材料容器からノズル部にまで効率よく流動させることができるので、基板上に滴下する液状材料の量を正確に制御することが可能となり、従って塗布膜及び塗布膜を熱処理して得られる薄膜の膜厚を均一にすることが可能となる。

【0018】

また、前記塗布装置においては、前記塗布室には、微小液滴を吐出する液滴吐出部が設けられ、該液滴吐出部は基板を保持するステージと相対的に移動することにより、該ステージ上に保持された基板の所望位置に微小液滴を滴下する機能を有していてもよい。

このようにすれば、液状材料を基板上の所望位置に微小液滴を滴下することができるので、微小液滴からなる塗布膜を任意の形状に形成することが可能となる。

【0019】

また、前記塗布装置においては、前記塗布室に、該塗布室内に導入された後不要となった液を廃液として収容する廃液収容機構が設けられているのが好ましい。

このようにすれば、液状材料が例えば可燃性や毒性、自然発火性などの性質を有している場合に、これが塗布室内に残留した際、塗布室内から速やかに除去して収容することができ、したがって装置の安全性を向上させることができる。また、塗布室内に導入された洗浄剤や失活剤も同様に塗布室から除去することができるので、液状材料からなる塗布膜（薄膜）を良好に形成することができる。

#### 【0020】

本発明の薄膜の形成方法は、塗布室内にて基板上に液状材料を塗布し、該基板上に薄膜を形成する薄膜の形成方法であって、前記塗布室に、第1の液供給系より前記液状材料を供給して基板上に薄膜を形成し、その後、第2の液供給系より、前記液状材料を洗浄しあるいは該液状材料の活性を失わせるための液を第1の液供給系に供給して、前記塗布室内または第1の液供給系内に残留した液状材料を洗浄しあるいは該液状材料の活性を失わせることを特徴としている。

この薄膜の形成方法によれば、洗浄剤または失活剤により、第1の液供給系内に残留している液状材料を除去しあるいはこれを無害化することが可能となる。また、残留した液状材料に起因して塗布膜（薄膜）に欠陥が形成されてしまうのを防止することができる。さらに、液状材料が例えば可燃性や毒性、自然発火性などの性質を有している場合にも、メンテナンスや非定常作業を安全に行うことができる。

#### 【0021】

本発明の薄膜形成装置は、前記塗布装置と、該塗布装置で液状材料が塗布された基板を加熱する熱処理装置とを備えてなり、前記塗布装置および前記熱処理装置には、前記基板に各処理を施す処理室内の雰囲気それぞれ独立して制御する制御機構が備えられていることを特徴としている。

この薄膜形成装置によれば、特に塗布装置において、前述したように洗浄剤または失活剤により、第1の液供給系内に残留している液状材料を除去しあるいはこれを無害化することができる。

また、液状材料の塗布や熱処理を制御された雰囲気下で連続して実施できるので、液状材料や基板上に形成された塗布膜が大気に晒されることがなく、したがって例えば得られる薄膜への酸化物の含有を極力抑えることができ、これにより

所望の特性を有する薄膜を良好に形成することが可能となる。

#### 【 0 0 2 2 】

また、前記薄膜形成装置においては、前記基板の表面洗浄等の前処理を行う前処理装置を備え、この前処理装置にも、その処理を施す処理室内の雰囲気気を独立して制御する制御機構が備えられているのが好ましい。

このようにすれば、前処理装置についてもその処理室内の雰囲気気を適宜な雰囲気気に制御することが可能になり、したがって、前処理室の雰囲気ガスが、他の処理室（塗布室や熱処理室）の雰囲気に影響することなく、前処理の内容に応じた雰囲気気を適宜選択して採用することができる。

#### 【 0 0 2 3 】

また、前記薄膜形成装置においては、前記各装置の処理室に連通する接続室が備えられ、この接続室にも、該接続室内の雰囲気気を独立して制御する制御機構が備えられているのが好ましい。

このようにすれば、前記の各装置の処理室から別の処理室に移動させる際や一時保管する際に、基板を接続室内に入れるとともに、この接続室内の雰囲気気を制御機構によって予め制御しておくことにより、基板を大気に晒すことなく所望の雰囲気気に保持することができ、したがって大気中の酸素による酸化等を防止することができる。また、各処理室は接続室を介した接続となるので、各処理室の雰囲気ガスが他の処理室の雰囲気に影響することを少なくすることが出来る。

#### 【 0 0 2 4 】

本発明の半導体装置の製造方法は、半導体装置を構成する各機能層のいずれかの機能層を、該機能層の構成成分を含有する液状材料を基板上に塗布することによって形成する半導体装置の形成方法において、前記機能層の形成を、前記の塗布装置、あるいは前記の薄膜形成装置を用いて行うことを特徴としている。

この半導体装置の製造方法によれば、塗布室内に残留した液状材料に起因して塗布膜（薄膜）に欠陥が形成されてしまうのを防止することができることなどにより、所望の特性を有する機能層（薄膜）を形成することができ、したがって高性能で低コストの半導体装置を製造することが可能となる。

#### 【 0 0 2 5 】

本発明の電気光学装置は、前記の半導体装置を備えたことを特徴としている。なお、本発明でいう「電気光学装置」とは、電気的作用によって発光するあるいは外部からの光の状態を変化させる電気光学素子を備えた装置一般をいい、自ら光を発するものと外部からの光の通過を制御するもの双方を含む。例えば、電気光学素子として、液晶素子、電気泳動素子、EL（エレクトロルミネッセンス）素子、電界の印加により発生した電子を発光板に当てて発光させる電子放出素子などが挙げられる。

この電気光学装置によれば、高性能の半導体装置を備えているので、この電気光学装置自体も高性能のものとなる。

#### 【0026】

本発明の電子機器は、前記の半導体装置、あるいは前記の電気光学装置を備えたことを特徴としている。なお、本発明でいう「電子機器」とは、複数の素子または回路の組み合わせにより一定の機能を奏する機器一般をいい、例えば電気光学装置やメモリを備えて構成される。ここで電子機器は、回路基板を一枚または複数備えることが可能である。その構成に特に限定が無いが、例えば、ICカード、携帯電話、ビデオカメラ、パーソナルコンピュータ、ヘッドマウントディスプレイ、リア型またはフロント型のプロジェクター、さらに表示機能付きファックス装置、デジタルカメラのファインダ、携帯型TV、DSP装置、PDA、電子手帳、電光掲示盤、宣伝広告用ディスプレイ等が含まれる。

この電子機器によれば、高性能の半導体装置あるいは電気光学装置を備えているので、この電子機器自体も高性能で低コストのものとなる。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳しく説明する。

##### 〔第1の実施形態〕

##### （薄膜形成装置）

図1に、本発明の薄膜形成装置の第1の実施形態を示す。この薄膜形成装置は、本発明の薄膜の形成方法を実施するのに好適なもので、薄膜を形成するための基板を導入するローダ（LD）10と、該ローダ10から導入された基板に各種

の薄膜形成工程を実施する処理部 11 と、該処理部 11 にて薄膜が形成された基板を収納するアンローダ (UL) 12 と、ローダ 10、処理部 11、及びアンローダ 12 に接続されて基板の搬送が行われる接続室 13 と、から構成されたものである。ローダ 10、処理部 11 の各処理室、及びアンローダ 12 は、接続室 13 に対してそれぞれゲートバルブ 15 を介して連通するよう構成されたものである。また、処理部 11 における各部 20～24 には、後述するように各種（酸化性、還元性、不活性）のガスを供給する供給系及び排気設備に接続される排気系がそれぞれに設けられており、これによって各部 20～24 は、その内部圧力及び雰囲気が独立して制御されるようになっている。なお、ローダ 10、アンローダ 12 及び接続室 13 についても、処理部 11 における各部 20～24 の雰囲気に大気が巻き込まれないように、その内部の雰囲気を制御できる機構を具備しているのが望ましい。

#### 【0028】

処理部 11 は、前処理部 20 と塗布部 21 と熱処理部とを備えてなり、さらに熱処理部は第 1 熱処理部 22 と第 2 熱処理部 23 と第 3 熱処理部 24 との 3 部からなっている。前処理部 20 では、基板に液状材料を塗布する前の前処理を施すようになっており、塗布部 21 ではスピンコート法などにより液状材料を基板に塗布して塗布膜を形成するようになっている。また、第 1 熱処理部 22 では塗布膜に含まれる溶剤などの比較的低温で揮発する成分を除去するようになっており、第 2 熱処理部 23 では溶剤が除去された塗布膜をより高い温度で焼成するようになっており、第 3 熱処理部 24 では更に高温の熱処理を行い、膜質の改善を図って所望の薄膜を形成するようになっている。

#### 【0029】

ここで、前記の各処理部、すなわち前処理部 20、塗布部 21、第 1 熱処理部 22、第 2 熱処理部 23、第 3 熱処理部 24、さらには前記接続室 13 には、後述するようにそれぞれに排気装置や真空装置（図示せず）と各種（酸化性、還元性、不活性）のガス導入装置等からなる制御機構が設けられており、これによって各処理部及び接続室 13 の雰囲気、すなわち各工程の処理雰囲気は、その雰囲気ガス種や圧力などがそれぞれ独立して制御されるようになっている。

**【0030】**

前記の各処理部についてさらに具体的に説明すると、前処理部20では、基板に対する前処理として、基板表面を洗浄するクリーニング処理や、基板表面の親液性又は撥液性を適宜調整する表面処理がなされるようになっている。これらの処理としては、紫外線光を基板表面に照射して処理室（チャンバ）内にオゾンを発生させ、表面処理を行う方法や、大気圧プラズマを発生させて基板表面の表面処理を行う方法等が採用される。これらの処理方法においては、基板の加熱が有効である場合もあることから、必要に応じて基板の加熱を行うようにしてもよい。なお、これらの異なる表面処理をするため、処理室を複数有していてもよい。

**【0031】**

図2に、紫外光を照射して表面処理を行うようにした、前処理部20の概略構成を示す。

前処理部20は、図1に示したようにゲートバルブ15を介して接続室13に接続されたもので、内部の雰囲気気を気密に保持するチャンバ30と、基板Wを保持し、加熱機構（図示せず）を備えた基板ステージ31と、チャンバ30内部に向かって紫外光を照射するUVランプ32と、チャンバ30内の雰囲気制御のためにその内部に各種雰囲気ガスを供給するガス供給系33と、チャンバ30内を排気する排気系34とから構成されている。基板ステージ31には昇降機構（図示せず）が設けられており、基板とUVランプとの距離を変化させることができるようになっている。なお、ガス供給系33は複数のガスを供給することが可能となっており、前処理として目的に合ったガスを供給することができるようになっている。また、チャンバ30にチャンバ30内の圧力を検出するための圧力センサ（図示せず）や、処理雰囲気中のガス種やその濃度を検出するための雰囲気センサなどを取り付け、これらセンサの出力をガス供給系33及び排気系34にフィードバックすることにより、より精度良く雰囲気制御を行うようにしてもよい。

**【0032】**

基板ステージ31に備えられた加熱機構は、例えばホットプレート等の加熱装置を有してなるもので、基板W上に吸着している水分を除去することができるよ



うに構成されたものである。また、UVランプ32には、例えば172nmの波長を含むエキシマランプが採用され、ガス供給系33から供給された酸素を紫外光によって分解してオゾンが発生させ、基板W上の有機系不純物を分解し、基板表面を親水性或いは親液性とすることができる。また、172nmのUV光は、基板上に付着している有機物を直接分解除去する作用を有しているので、基板とUVランプ32との距離や雰囲気ガスやその圧力制御により、基板の洗浄効果をより高めることができる。

#### 【0033】

ガス供給系33からは、前記酸素（酸化性ガス）の他に、還元性ガス（例えば水素等）や不活性ガス（例えば窒素等）、或いはフッ素を有するガスも適宜チャンバ30内に供給することができるようになっている。また、排気系34には、排気装置または真空装置（図示せず）が接続されており、チャンバ30内に供給されたガス量に応じて可変バルブ35を制御することにより、チャンバ30内の圧力をほぼ大気圧に保持させることが可能となっている。さらに、排気系34は、処理後の基板Wを他の処理チャンバへ移動させる際に、一旦チャンバ30内に充満した酸化性ガスを排気し、その後、チャンバ30内に不活性ガスを供給することにより、酸化性ガスが他の処理チャンバに漏洩することを抑止する役割も有している。

#### 【0034】

なお、本実施形態では、前処理部20が紫外光を照射して表面処理を行う場合について説明したが、本発明はこれに限定されることなく、前処理部20としては、基板の周辺部にオゾンが発生させ、紫外線光を基板表面に照射して表面洗浄を行う工程や、大気圧プラズマが発生させて基板表面の表面洗浄や表面改質を行う工程を有するものであってもよい。このような工程であっても、基板表面の洗浄等の処理を施すことにより、液状材料塗布時の濡れ性や密着性を向上させることや、逆に濡れ性や密着性を低下させることができる。具体的には、例えば大気圧プラズマにより基板表面を表面処理する場合、酸素プラズマを用いることにより、基板表面の有機物汚染の除去や、基板表面を親液性にすることができる。また、CF<sub>4</sub>ガスなどのフッ素を含有したプラズマを用いれば、基板表面を撥液性

にすることができる。

#### 【0035】

図3に、塗布部21の概略構成を示す。

塗布部21は、図1に示したようにゲートバルブ15を介して接続室13に接続されたもので、内部の雰囲気気を気密に保持するチャンバ（塗布室）40と、基板Wを保持し、回転機構（図示せず）を備えた基板ステージ41と、液体供給系42と、基板ステージ41の回転力によって飛散する液状材料を捕捉し、廃液として収集する廃液処理系（廃液収容機構）43と、チャンバ40内部に各種雰囲気ガスを供給するガス供給系44と、チャンバ40内を排気する排気系45とを備えて構成されたものである。ここで、この塗布部21は本発明における塗布装置の一実施形態となるものであり、特に本実施形態では、スピンコート法で塗布を行うよう構成されたものとなっている。

#### 【0036】

液体供給系42は、基板Wに薄膜形成用の液状材料を供給する液状材料供給系（第1の液供給系）50と、洗浄剤供給系（第2の液供給系）52および失活剤供給系（第2の液供給系）92と、パージ機構47、54とを備えて構成されたものである。

液状材料供給系50は、ガスを導入して液状材料を押し出す役目を果たすガス供給部55と、液状材料容器51と、ノズル（ノズル部）53と、液状材料容器51とノズル53との間に設けられる液状材料の滴下量制御部と、それら各部を接続する配管56及び各バルブ（V1～V3）とを備えて構成されたものである。滴下量制御部は、液状材料の流量を制御する流量制御装置（マスフローコントローラ：以下、MFCと表記する。）57及び該MFC57の上下に設けられたバルブV2、V3からなっている。尚、液状材料の流量制御装置は、ノズル53から基板上に滴下する液体材料の滴下量を制御することが目的であるため、MFCの替わりにニードルバルブでもよいし、単にバルブV3の開閉動作の時間制御だけで前記滴下量を制御するようにしてもよい。

#### 【0037】

ここで、この液状材料供給系50においては、液状材料容器51とMFC57

とノズル 5 3 とが、この順で鉛直方向に上から配置されており、さらにこれら各部を接続する配管 5 6 は水平部分を有することなく全て鉛直方向に向けて配設されている。このような構成のもとに液状材料供給系 5 0 は、液状材料をその自重で液状材料容器 5 1 からノズル 5 3 にまで効率よく流動させることができるので、基板 W 上に滴下する液状材料の量を正確に制御することができるようになっている。また、メンテナンス時などにおいて液状材料容器 5 1 内あるいは配管 5 6 内の液状材料が不測に流れてしまっても、その自重によってチャンバ 4 0 内に導かれることから、液状材料は塗布装置の外には流れ出ないようになっている。

なお、液状材料容器 5 1 は、第 1 バルブ V 1 及び第 2 バルブ V 2 を閉じた後、液体供給系 4 2 から取り外しが可能になっている。

#### 【 0 0 3 8 】

洗浄剤供給系 5 2 は、液状材料供給系 5 0 だけでなく、この液状材料供給系 5 0 を通じてチャンバ 4 0 内や廃液処理系 4 3 も洗浄する機能を有したもので、本実施形態では液状材料供給系 5 0 における液状材料容器 5 1 の上部に接続されてなるものである。すなわち、この洗浄剤供給系 5 2 は、ガスを導入して洗浄剤を押し出す役目を果たすガス導入部 5 8 と、液状材料供給系 5 0 の配管 5 6 とを連設する配管 5 9 中に設けられて、一旦洗浄剤を貯留して液状材料供給系 5 0 に洗浄剤を供給するための洗浄剤容器 6 0 と、該洗浄剤容器 6 0 に接続される配管 5 9 の 2 カ所の両接続部に設置される第 4 バルブ V 4 及び第 5 バルブ V 5 とから構成されたものである。なお、洗浄剤容器 6 0 は、第 4 バルブ V 4 及び第 5 バルブ V 5 を閉じた後、配管 5 9 から取り外すことができるようになっている。

#### 【 0 0 3 9 】

失活剤供給系 9 2 も、前記洗浄剤供給系 5 2 と同様、液状材料供給系 5 0 だけでなく、この液状材料供給系 5 0 を通じてチャンバ 4 0 内や廃液処理系 4 3 に残留している液状材料の活性を失わせる機能を有したものである。すなわち、この失活剤供給系 9 2 も、前記洗浄剤供給系 5 2 と同様、液状材料供給系 5 0 における液状材料容器 5 1 の上部に接続されてなるもので、ガスを導入して失活剤を押し出す役目を果たすガス導入部 9 3 と、液状材料供給系 5 0 の配管 5 6 とを連設する配管 9 4 中に設けられて、一旦洗浄剤を貯留して液状材料供給系 5 0 に失活

剤を供給するための失活剤容器 95 と、該失活剤容器 95 に接続される配管 94 の 2 カ所の両接続部に設置される第 9 バルブ V9 及び第 10 バルブ V10 とから構成されたものである。なお、この失活剤容器 95 も、第 9 バルブ V9 及び第 10 バルブ V10 を閉じた後、配管 94 から取り外すことができるようになっている。

#### 【0040】

ここで、前記洗浄剤供給系 52 で用いられる洗浄剤としては、使用する液状材料に応じて適宜選択されるが、具体的には、アルコール系溶液等の洗浄剤が用いられる。一方、失活剤供給系 92 で用いられる失活剤としても、使用する液状材料に応じて適宜選択されるが、例えば液状材料がシリコン膜形成用としてのシクロシラン ( $\text{Si}_n\text{H}_{2n}$ ;  $n \geq 5$ ) や高次シラン ( $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ ;  $n \geq 3$ ) である場合、例えば TMAH (テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド) や IPA (イソプロパノール) が好適に用いられる。すなわち、シクロシランや高次シランは空気に触れると自然発火したり、人体に有害なガスを発生することがあるので、失活剤としてはこれらを分解して不燃化及び無害化することで、結果としてその活性、すなわち発火性や毒性を失わせることができるものが用いられるが、前記の TMAH や IPA はシクロシランや高次シランを良好に分解する性質を有しているためである。尚、シクロシランなどには IPA より TMAH の方が失活効果が高く、IPA は容易に揮発するのでガスでパージし易いという特徴を有している。したがって、IPA を洗浄剤とし、TMAH を失活剤として用いるのがより好ましい。

#### 【0041】

なお、本実施形態では、第 2 の液供給系として洗浄剤供給系 52 および失活剤供給系 92 の二つを備えたが、洗浄剤が失活剤としても機能する場合にはこの洗浄剤で失活剤を兼ねさせ、第 2 の液供給系を洗浄剤供給系 52 あるいは失活剤供給系 92 のいずれか一つにし、これから失活剤としても機能する洗浄剤を液状材料供給系 50 に供給するようにしてもよい。また、洗浄剤や失活剤を複数種用意したい場合には、第 2 の液供給系を二つでなく、三つ以上備えてもよいのはもちろんである。

## 【0042】

また、本実施形態では、洗浄剤供給系52および失活剤供給系92を、それぞれ液状材料供給系50における液状材料容器51の上部に接続させ、洗浄剤あるいは失活剤を液状材料供給系50全体、すなわち液状材料容器51、MFC57、ノズル53、チャンバ40、およびこれらを連通させる配管56に供給できるようにしたが、本発明は特にこれに限定されることなく、第1の液供給系である液状材料供給系50の任意の箇所に液を供給することができるよう、その接続点を任意の箇所に設けることができる。具体的には、第2バルブV2とMFC57との間に接続してMFC57以下に液を供給することができるようにしてもよく、また第3バルブV3とノズル53との間に接続してノズル53以下に液を供給することができるようにしてもよい。

## 【0043】

図3に示した実施形態では、洗浄剤供給系52、失活剤供給系92を第1バルブV1と液状材料容器51との間に接続し、洗浄剤、失活剤を液状材料容器51に通すようにしているため、液状材料容器51中に使用可能な液状材料が残っている場合、この液状材料をそのままにしては洗浄処理や失活処理を行うことができないが、第2バルブV2以下に接続することにより、液状材料容器51中に液状材料が残っているか否かに関係なく、液状材料供給系50の洗浄処理や失活処理を行うことができる。

## 【0044】

なお、特に第2の液供給系を複数設けた場合、一つをチャンバ40に直接接続し、チャンバ40内を直接洗浄処理または失活処理できるようにしてもよい。

また、液状材料供給系50には、その経路中にフィルタを設けておき、液状材料中に存在する異物や液状材料が固化した固形分等が基板W上に塗布されるのを防止しておくのが好ましい。このような目的でフィルタを設ける場合、特にノズル53の先端側（吐出側）に設けるのが、基板W上への異物等の塗布をより確実に防止することができ、好ましい。

## 【0045】

パージ機構47は、液状材料供給系50における第2バルブV2とMFC57

との間に接続されたもので、パージ機構 4 7 へのガス導入部 6 3 と液状材料供給系 5 0 の配管 5 6 とを連設する配管 6 4 と、該配管 6 4 に設置された第 1 1 バルブ V 1 1 とから構成されたものである。

また、パージ機構 5 4 は、液状材料供給系 5 0 におけるノズル 5 3 と第 3 バルブ V 3 との間に接続されたもので、パージ機構 5 4 へのガス導入部 6 1 と液状材料供給系 5 0 の配管 5 6 とを連設する配管 6 2 と、該配管 6 2 に設置された第 6 バルブ V 6 とから構成されたものである。

これらパージ機構 4 7、5 4 は、特に液状材料中の有機溶剤蒸気が経路中に残留している場合や、液状材料中の有機溶剤の揮発や液状材料の硬化に起因する液詰まりを防止する場合などに、ガス導入部 6 1、6 3 から導入された窒素等の不活性ガスを前記経路中に供給し、経路中の前記液状材料を不活性ガスに置換し、あるいは液詰まりを起こす異物等を除去するためのものである。

#### 【 0 0 4 6 】

廃液処理系 4 3 は、チャンバ 4 0 内において、基板ステージ 4 1 の外周及び下面部を覆うように設置され、これにより基板ステージ 4 1 の回転力によって飛散した液状材料を収集するカバー 7 0 と、該カバー 7 0 に接続され、カバー 7 0 で収集した液状材料を一時収容する 1 次容器 7 1 と、該 1 次容器 7 1 に第 7 バルブ V 7 を介して連設された 2 次容器 7 2 とを備えて構成されたものである。該 2 次容器 7 2 は、第 7 バルブ V 7 を閉じた後、取り外しが可能となっている。カバー 7 0 はノズル 5 3 から意図しない液の滴下や、ノズル 5 3 からの滴下量の確認などのためのダミー滴下を受ける部分も兼ねて構成されている。なお、この廃液処理系 3 は、本発明における廃液収容機構を構成するものとなっている。

#### 【 0 0 4 7 】

ガス供給系 4 4 は、前記の前処理部 2 0 の場合と同様に、酸化性ガス、還元性ガス及び不活性ガスを適宜選択してチャンバ 4 0 内に供給することができるよう構成されたものである。

また、排気系 4 5 は、ドライポンプ等の真空装置（図示せず）を備えて構成されたもので、チャンバ 4 0 内に供給されたガス量に応じて可変バルブ（図示せず）を制御し、チャンバ 4 0 内の圧力をほぼ大気圧に保持させるようにしたものである。

る。さらに、この排気系45は、処理後の基板Wを他の処理チャンバへ移動させる際に、一旦チャンバ40内に充満した雰囲気ガスを排気し、その後、前記ガス供給系44よりチャンバ40内に不活性ガスを導入することで、雰囲気ガス中に含まれている酸化性ガスや液状材料から発生する有機系ガスが他の処理チャンバに漏洩することを防止する役割も有している。

#### 【0048】

また、チャンバ40には、雰囲気ガス中の各種ガス濃度、例えば酸素濃度を調整する調整手段が設けられており、これによって酸素濃度等の各種ガス濃度を任意に調整できるようになっている。このような構成のもとにチャンバ40は、その内部の酸素濃度や水等の酸化物濃度を共に10ppm以下、実際には1ppm以下に保持できるようになっている。なお、チャンバ40にはチャンバ40内の圧力を検出するための圧力センサ（図示せず）や、処理雰囲気のガス種やその濃度を検出するための雰囲気センサ（図示せず）などが取り付けられており、これらセンサの出力をガス供給系44及び排気系45にフィードバックすることにより、より精度良く雰囲気制御が行われるようになっている。そして、このように精度良く雰囲気制御が行われることにより、形成する薄膜の膜質を向上させることができるようになっている。また、前記の圧力センサや雰囲気センサなどについては、チャンバ40内の上部側に設けられているのが好ましい。このように上部側に設けられることにより、前記センサに液状材料が付着して汚染され、機能が低下するといったことが防止される。

#### 【0049】

このような構成の塗布部21、すなわち本発明の塗布装置によって基板W上に液状材料を塗布するには、基板ステージ41上に基板Wを真空吸着し、ノズル53から液状材料を基板W上に滴下する。液状材料は、液状材料容器51に一旦貯留された後、ガス導入部55から窒素ガス等の不活性ガスが導入されて液状材料容器51内が加圧されることにより、該液状材料容器51内から導出される。そして、MFC57でその流量が調整されつつノズル53から吐出され、基板W上に塗布される。塗布された液状材料は、基板Wの中央部に拡がり、さらに基板ステージ41の回転によって基板Wの全面に引き延ばされ、塗布膜となる。

## 【0050】

このとき、基板W上に留まらずに塗布膜とならなかった液状材料は、基板ステージ41の回転力によって基板ステージ41の外周部に向かって飛散する。飛散した液状材料は、チャンバ40内に備えられたカバー70によって収集された後、1次容器71に導入され、ここで一時収容される。1次容器71に溜まった液状材料は、第7バルブV7が開放され、かつ第2容器72内が減圧されることによって第2容器72に導入される。カバー70から第2容器72までの配管部分は、総ての箇所傾斜を有している。したがって、カバー70で捕集された液状材料は、自重でも第2容器72に達することが出来るので、より効率よく廃液容器に収容することができる。そして、第7バルブV7が閉じられた後、第2容器72が取り外されることにより、この第2容器72内の液状材料は廃棄等の処分がなされるようになっている。なお、液状材料を1次容器71から第2容器72に移動する作業は、塗布膜を形成する合間に行うのが望ましい。そうすることによって、廃液雰囲気は塗布膜に影響することを防ぐことができる。また、第2容器72は有機溶剤を含む液が溜まるので、この第2容器72には排気系を接続しておくのが望ましく、その場合、この第2容器72にバルブを介して排気系46に接続するようにしてもよい。

## 【0051】

次に、塗布部21におけるスピンコータを一時休止させる際、液状材料の種類を変更させる際、または液状材料容器51が空になり交換が必要な際などに、洗浄剤供給機構52によって液状材料容器51の内部を洗浄する方法について説明する。

まず、洗浄剤を収容した洗浄剤容器60を洗浄剤供給系52の配管59に取り付ける。そして、液状材料容器51内の液状材料を排出してこれをほぼ空にした後、第2バルブV2を閉じる。その後、第4バルブV4と第5バルブV5とを開放し、ガス導入部58から不活性ガスを導入して洗浄剤容器60内を加圧し、これによりこの洗浄剤容器60から洗浄剤を導出させ、液状材料容器51に流入させる。

## 【0052】



ここで、液状材料として例えばシリコン膜を形成するシクロシラン等を使用しており、洗浄液ではこのシクロシランの活性を失わせることができない場合には、洗浄剤供給系 52 から洗浄剤を液状材料容器 51 に流入させ、洗浄処理を行うのに代えて、失活剤供給系 92 から洗浄剤供給系 52 による場合と同様にして失活剤を液状材料容器 51 の内部に流入させ、該液状材料容器 51 内に残留した液状材料の活性を失わせるようにする。なお、このようにして失活処理を行った後、あるいはこれに先立ち、前記洗浄剤供給系 52 から洗浄剤を液状材料容器 51 に流入させ、洗浄処理を行うようにしてもよいのはもちろんである。

#### 【0053】

また、スピンのコータ 21 を一時休止させる際、または液状材料の種類を変更させる際などに、液状材料供給系 50 内、特にノズル 53 内において、液状材料中の有機溶剤の揮発や液状材料の硬化に起因する液詰まりを防止するため、パージ機構 47 あるいはパージ機構 54 によって液状材料供給系 50 内、特にノズル 53 内をパージすることができる。このパージ処理は、例えばパージ機構 47 で行う場合、第 2 バルブ V2 を閉じた後、第 11 バルブ V11 を開放し、ガス導入部 63 から不活性ガスを導入することで行うことができる。また、パージ機構 54 で行う場合には、第 3 バルブ V3 を閉じた後、第 6 バルブ V6 を開放し、ガス導入部 61 から不活性ガスを導入することで行うことができる。

#### 【0054】

このような塗布装置（塗布部 21）にあっては、洗浄剤供給系 52 または失活剤供給系 92 によって残留した液状材料を洗浄しあるいは無害化することができるので、装置のメンテナンスなどの作業を安全に行うことができるだけでなく、欠陥の少ない薄膜を形成することができる。

また、塗布膜をスピンコート法で形成した際、滴下した液状材料のうちの 90% 以上が基板 W の回転によって基板 W の周辺側に飛散し、その一部がそのままチャンバ 40 内に残留し乾燥して固形の粉末となってしまう、次の塗布膜形成時の欠陥の原因となることがある。しかし、前記塗布装置（塗布部 21）にあっては、残留した液状材料を無害化すると同時に廃液処理系 43 に導くことができるので、欠陥の少ない薄膜を形成することができる。

また、メンテナンスや非定常作業のためにチャンバ（塗布室）40を大気解放しなければならないこともあるが、多くの液状材料は可燃性であり、液状材料によっては毒性や発火性を有するものもあることから、メンテナンスや非定常作業は危険な作業となる。しかし、前記の塗布装置によれば、これらの作業も安全に行うことができる。

#### 【0055】

なお、前記塗布装置（塗布部21）においては、ノズル53が2つの停止位置、すなわち前記液状材料を基板W上に滴下するための滴下位置と、該基板Wの搬送時や液状材料のダミー吐出時などのように液状材料を基板W上に滴下しないときの待機位置とを有し、これら停止位置間を移動可能になっており、かつその移動が制御可能になっているのが好ましい。また、その場合、特にノズル53の待機位置に液受け部を設けておくのが望ましい。該液受け部をカバー70と一体的な構造とするか、該液受け部で受けた液状材料を廃液処理系43に導くように配管されているのが望ましい。

このような構成とすれば、ノズル53が待機位置で待機できるため、基板Wをチャンバ40に出し入れする際にノズル53が邪魔になることなく、またノズル53から不要な液状材料が基板W上に滴下されてしまうといったことも防止される。また、ノズル53の待機位置に液受け部を設けた場合、基板Wへの液状材料を滴下する前にダミー滴下を行うことができ、したがってこのダミー滴下を一連の塗布作業の最初に行うことにより、液状材料を安定して滴下し、得られる薄膜の膜質、膜厚の均一性を確保することができる。さらに、洗浄処理や失活処理によって液状材料供給系50に導入された洗浄剤や失活剤を、待機位置で滴下することもできる。

#### 【0056】

また、本発明の塗布装置における廃液収容機構としては、チャンバ40（塗布室）内に導入された後不要となった液を廃液として収容するものであれば、前記の廃液処理系43に限定されることなく適宜な構成のものを採用することができる。例えば、廃液容器と、該廃液容器とチャンバ40とを接続する廃液配管とを備え、該廃液配管は該配管内を廃液が重力の働く方向に流れるよう配置され、該

廃液容器とチャンバ40とをアイソレートするアイソレートバルブを有し、前記廃液容器はその内部の気体を排気する排気配管と、内部の液体の量を検出する液量計（液面計）と、該廃液容器内の圧力が所定の圧力以上になると開いて前記圧力を解放するリリーフ弁と、を有して構成されたものでもよい。

#### 【0057】

このような構成とすれば、廃液収容機構の安全性の向上と廃液の影響を排除して膜質のよい薄膜を形成することができるようになる。また、廃液容器に液量計（液面計）を設けたので、該容器が一杯になる前に交換が可能となり、また、廃液容器に排気配管やリリーフ弁を設けたので、容器内に充満している有機溶剤などの気体を安全に排気することができ、万一容器内の圧力上昇があってもリリーフ弁によって一定圧力以上にはならないようにすることができる。したがって、廃液収容機構の安全性を確保することができる。

また、チャンバ40と廃液容器との間を、重力の働く方向に廃液が流れるよう、水平方向でなく鉛直方向に向いてあるいは傾斜して配置された廃液配管で接続しているので、液状材料や洗浄剤、失活剤を速やかに廃液容器に導くことができる。さらに、廃液収容機構をチャンバ40から遮断するアイソレートバルブを設けているので、塗布膜を形成する際、廃液収容機構に存在する廃液の影響を遮断することができ、薄膜の膜質が損なわれるのを防止することができる。

#### 【0058】

図4に、第1熱処理部22の概略構成を示す。

第1熱処理部22は、図1に示したようにゲートバルブ15を介して接続室13に接続されたもので、内部の雰囲気気を気密に保持するチャンバ80と、基板Wを保持し、かつ基板Wを加熱する加熱機構81と、チャンバ80内部に各種雰囲気ガスを供給する供給系82と、チャンバ80内部を排気する排気系83とを有して構成されたものである。加熱機構81としては、ホットプレートが好適に採用される。加熱機構81による加熱によって、基板上の塗布膜に含まれる溶剤を除去し、膜の固体化を図ることができる。なお、本加熱機構81により、基板温度を80～200℃の範囲に制御することができ、また、排気系83により、チャンバ80内の酸素濃度及び水等の酸化物濃度は、10ppm以下、実際には1

ppm以下に維持することができるようになっている。また、チャンバ80内部に各種雰囲気ガスを供給する供給系82と、チャンバ80内部を排気する排気系83とは、第1熱処理部22、すなわちチャンバ80内の処理雰囲気を独立して制御するための、前記制御機構の主構成要素となっている。

#### 【0059】

図5に、第2熱処理部23の概略構成を示す。

第2熱処理部23は、加熱炉（ホットウォール型）を構成するもので、ゲートバルブ15を介して接続室13に接続され（図1参照）、かつ、内部の雰囲気を気密に保持する石英管（処理室）85と、該石英管85内部において基板Wを保持するための、複数段からなる石英製の基板ホルダ86と、該基板ホルダ86を載置し、加熱機構（図示せず）及び上下可動機構を備えたサセプター87と、石英管85内部に各種雰囲気ガスを供給する供給系88と、石英管85内部を排気する排気系89とからなるものである。該加熱炉によって、第1熱処理部22における加熱温度よりも高い温度で基板Wを加熱することにより、塗布膜の膜質を改善して、所望の膜質の塗布膜を形成することができる。また、排気系89により、炉内の酸素濃度及び水等の酸化物濃度は、10ppm以下、実際には1ppm以下に維持することができるようになっている。薄膜の特性として半導体膜や金属膜は、酸素の存在が膜質の低下をもたらすことが多いので、酸素や水分濃度を出来る限り低減した雰囲気で熱処理するのが望ましいが、絶縁膜、特に酸化膜を形成する場合は、酸素や水分の存在が膜質の向上に必要な場合もある。したがって、良好な膜質改善を行うために、雰囲気ガスは、酸化性ガス、水素ガス等の還元性ガス、不活性ガスなど薄膜によって選択されることになる。また、石英管85内部に各種雰囲気ガスを供給する供給系88と、石英管85内部を排気する排気系89とは、第2熱処理部23の処理室、すなわち石英管85の処理雰囲気を独立して制御するための、前記制御機構の主構成要素となっている。

#### 【0060】

第3熱処理部24では、図示しないものの、加熱手段としてレーザアニール又はランプアニールが採用されている。この場合、第2熱処理部24における加熱温度よりもさらに高い温度で加熱処理することにより、さらに良好な膜質改善を

行うことができる。なお、この第3熱処理部24にも、そのチャンバ（処理室）内部に各種雰囲気ガスを供給する供給系と、チャンバ内部を排気する排気系とが備えられており、これらは、チャンバ内の処理雰囲気を独立して制御するための、前記制御機構の主構成要素となっている。

#### 【0061】

接続室13は、その内部の雰囲気ガスを制御するための制御手段（制御機構）を備えたもので、前記各処理部20～24における各チャンバ（処理室）から別の処理部に移動させる際や一時保管する際に、基板Wを大気に晒すことなく所望の雰囲気に保持できるようにしたものである。前記制御手段（制御機構）は、雰囲気ガスの選択および選択されたガスの供給を担う供給手段と、ドライポンプ等による排気手段と、を有してなるものである。また、排気手段と十分純度の高い不活性ガス（例えば窒素ガス）の供給により、所定の処理室の雰囲気ガス中の酸素、もしくは水等の酸化物濃度を、10ppm以下、実際には1ppm以下に制御することができるようになっている。さらに、処理部11の各部と接続室13内の圧力は、装置外部からの大気流入を防止するために、常時、大気圧より高めに維持されているのが望ましい。また、接続室13には、図示しないものの、前記排気手段のドライポンプに加えてクライオポンプが備えられており、必要に応じて所定の処理室の雰囲気ガス中の水分除去を極限まで行うことができるようになっている。

ここで、この接続室13と処理部11の各部とには、それぞれAPC（Auto Pressure Controller）が備えられることにより、各部の雰囲気と圧力とを互いに独立して制御できるようになっている。

なお、前記制御手段、すなわち雰囲気ガスの選択と選択されたガスの供給手段と、ドライポンプ等による排気手段とを有してなる制御機構を、前述した各部20～24のそれぞれに設けるようにしてもよく、また接続部13の制御手段を用いて前記APCを介して各部20～24の雰囲気および圧力をそれぞれ独立して制御するようにしてもよい。

#### 【0062】

前記のような構成によれば、従来のCVD装置に比較して、装置構成が著しく

簡単であり、従って、装置価格が格段に安価となる。しかも CVD 装置に比較してスループットが高く、メンテナンスが簡単であり装置の可動率が高い。CVD 装置では成膜室の内壁にも薄膜が形成され、その薄膜が剥がれることによる欠陥が発生するが、本装置構成ではそのようなことがない。

更にまた、本発明の構成による薄膜形成は、従来の薄膜形成装置に比べて、制御すべき項目が少なく、且つ簡単な方法で制御できるので、均一で再現性の高い薄膜形成が可能である。従来の装置では、複数のガスの流量とその比率、圧力、基板の温度、プラズマのパワー、電極と基板間の距離、など非常に多くの制御項目があるのに対し、本発明による薄膜形成においては、塗布条件（例えばスピンの回転数と回転時間）と、熱処理条件（温度と時間）及び各処理室の雰囲気だけが制御項目となる。

また、例えば接続室 13 に設けられた制御装置によって処理部 11 の各部と接続室 13 内の雰囲気ガスとをそれぞれ独立して制御するようにしたので、各工程における雰囲気ガスを所望の雰囲気に制御することができ、したがって得られる薄膜への酸化物の含有を極力抑えることができるなど、所望の特性を有する薄膜を形成することができる。

さらに、塗布部 21 には、洗浄剤供給系 52、失活剤供給系 92、及び廃液処理系 43 を備えたことにより、装置のメンテナンスを効率良く実施し、装置の高性能化と、高性能化による製品の低コスト化を実現することができる。

### 【0063】

#### （塗布導電膜の形成方法）

次に、導電性粒子を含有した液状材料を塗布して塗布導電膜を形成する方法について説明する。

この塗布導電膜は、図 1 に示した薄膜形成装置を用いて製造することができる。この場合、液状材料としては、金属などの導電性物質の微粒子を液体、例えば有機溶媒に分散させたものを用いる。例えば、粒径 8～10 nm の銀（Ag）微粒子をテルピネオールやトルエン等の有機溶媒に分散させたものを、基板上にスピンコート法により塗布する。あるいは、液滴吐出法により、基板上に所望のパターンで塗布膜を形成する。

## 【0064】

次に、第1の熱処理部22で塗布膜中の揮発成分を除去した後、さらに、第2の熱処理部23にて、約250～300℃で熱処理すれば、数百nmの導電膜を得ることができる。導電性物質の微粒子には、そのほかにAu、Al、Cu、Ni、Co、Cr、又はITO（IndiumTinOxide）などがあり、前記の薄膜形成装置によって導電膜を形成することができる。これにより例えば、薄膜トランジスタ（TFT）の導電膜や回路基板に形成される金属配線を、本発明を用いて低コストで製造することが可能になる。

## 【0065】

また、塗布導電膜の抵抗値はバルクの抵抗値に比べると1桁程度高くなることがあるので、第3熱処理部24にて、塗布導電膜を約300～500℃で数10分さらに熱処理し、導電膜の抵抗値を低下させるのが好ましい。熱処理時間が数秒あるいは数m秒以下の場合は、薄膜デバイスや基板への影響がない範囲でより高温で熱処理することも出来る。このような加熱処理により、例えばTFTのソース領域と、塗布導電膜で形成したソース配線とのコンタクト抵抗、さらにはドレイン領域と、塗布導電膜で形成したドレイン電極とのコンタクト抵抗を低減することができる。すなわち、この第3熱処理部24にて、レーザアニールやランプアニール等の高温短時間の熱処理を行うことにより、塗布導電膜の低抵抗化とコンタクト抵抗の低減をより効果的に行うことができる。また、異種の金属を多層形成して、信頼性を向上させることもできる。なお、AlやCuなどの卑金属膜は比較的空気中で酸化され易いので、AgやAuなどの貴金属のように空気中で酸化されにくい金属膜を形成するのが好ましい。

## 【0066】

## （塗布絶縁膜の形成方法）

次に、塗布絶縁膜を形成する方法について説明する。

該塗布絶縁膜は、図1に示す装置を用いて製造することができる。塗布された後に熱処理されることで絶縁膜となる液体として、ポリシラザン（Si-N結合を有する高分子の総称である）を挙げることができる。ポリシラザンのひとつは、 $[\text{SiH}_2\text{NH}]_n$ （ $n$ は正の整数）であり、ポリペルヒドロシラザンと言わ

れる。この製品は、クラリアントジャパン（株）より市販されている。なお、 $[\text{SiH}_2\text{NH}]_n$ 中のHがアルキル基（例えばメチル基、エチル基など）で置換されると、有機ポリシラザンとなり、無機ポリシラザンとは区別されることがある。本実施形態では、無機ポリシラザンを使用することが好ましい。ポリシラザンをキシレンなどの液体に混合して、基板上に、スピコートする。

#### 【0067】

また、塗布された後に熱処理することで絶縁膜となるものとして、SOG（Spin On Glass）膜を挙げることもできる。このSOG膜は、シロキサン結合を基本構造とするもので、アルキル基を有する有機SOGとアルキル基を持たない無機SOGがあり、アルコールなどが溶媒として使用される。SOG膜は平坦化を目的としてLSIの層間絶縁膜に使用されている。有機SOG膜は酸素プラズマ処理に対してエッチングされ易く、無機SOG膜は数百nmの膜厚でもクラックが発生し易いなどの問題があり、単層で層間絶縁膜などに使用されることは殆どなく、CVD絶縁膜の上層や下層の平坦化層として利用される。これに対して、ポリシラザンはクラック耐性が高く、また耐酸素プラズマ性があり、単層でもある程度厚い絶縁膜として使用可能である。

#### 【0068】

液状材料が塗布された基板を、第1の熱処理部20で塗布膜中の揮発成分を除去する熱処理を行った後、第2熱処理部23に搬送し、酸素又は水蒸気雰囲気中で温度約300～500℃、約10～60分間熱処理することにより、 $\text{SiO}_2$ に変成される。ここで、例えば、形成する絶縁膜がゲート絶縁膜である場合、ゲート絶縁膜は、TFTの電気的特性を左右する重要な絶縁膜であるので、膜厚、膜質と同時にシリコン膜との界面特性も制御されなければならない。従って、絶縁膜の塗布形成前のシリコン膜の表面状態を清浄にする前処理部での基板洗浄や、第3熱処理部24では、第2の熱処理部23での上述した熱処理の後に、レーザーアニール又はランプアニールによって、第2熱処理部23での熱処理温度より高い温度にて、短時間の熱処理を行うのが望ましい。

#### 【0069】

（塗布シリコン膜の形成方法）



次に、半導体膜としてシリコン膜を形成する方法について説明する。

このシリコン膜は、図 1 に示した薄膜形成装置を用いて製造することができる。塗布された後に熱処理されることでシリコン膜となる液体として、例えば、シクロシランを挙げることができる。また、そのほかに本発明におけるシリコン膜形成において使用可能な液状材料としては、一般式  $\text{Si}_n\text{X}_m$ （ここで、 $n$  は 5 以上の整数を表し、 $m$  は  $n$  又は  $2n-2$ 、又は  $2n$  の整数を表し、 $X$  は水素原子及び／又はハロゲン原子を表す）で表される環系を有するケイ素化合物を必須成分とする溶液が挙げられるが、該溶液に、 $n$ -ペンタシラン、 $n$ -ヘキサシラン、 $n$ -ヘプタシラン等のケイ素化合物が含まれていてもよい。

#### 【0070】

塗布部 21 にて前記液状材料を塗布された基板は、第 1 熱処理部で溶剤が除去され、次に第 2 熱処理部 23 にて  $300 \sim 500^\circ\text{C}$  程度の温度で熱処理されることにより、金属シリコン膜が形成される。さらに、第 3 熱処理部 24 にて熱処理される。この熱処理は、レーザアニール又はランプアニールにより高温短時間で行われ、結晶性のよいシリコン膜が形成される。レーザアニールではシリコン膜の熔融結晶化が起こり、ランプアニールでは高温での固相結晶化が起こる。このような高温短時間の熱処理を行うことにより、第 2 熱処理部 23 のみで熱処理されたものと比較して、シリコン膜の結晶性、緻密性、及び他の膜との密着性を向上させることができる。

#### 【0071】

##### 〔第 2 の実施形態〕

図 6 は、本発明の薄膜形成装置の第 2 の実施形態を示す図である。なお、図 6 中において図 1 と同一構成のものには同一の符号を付し、その説明を省略する。

本実施形態における薄膜形成装置では、基本的な構成は図 1 に示す第 1 の実施の形態と同様であるが、処理部 90 の、基板に液状材料を塗布する塗布部 91（塗布装置）、すなわち本発明における塗布装置の他の実施形態となる塗布部 91 は、スピンコート法にて液状材料を塗布する代わりに、いわゆるインクジェット法にて液状材料を塗布するようになっている。

#### 【0072】

図 7 に、塗布部 91 の概略構成を示す。

塗布部 91 を構成する塗布装置は、ゲートバルブ 15 を介して接続室 13 に接続され、かつ、内部の雰囲気気を気密に保持するチャンバ（塗布室）100 と、基板 W を保持する基板ステージ 101 と、基板 W に対して液状材料を供給する液体供給系 102 と、飛散した液状材料を確保し、廃液として収集する廃液処理系 103 と、チャンバ 100 内部に各種雰囲気ガスを供給する供給系 104 と、チャンバ 100 内部を排気する排気系 105 とを備えている。なお、チャンバ 100 内部に各種雰囲気ガスを供給する供給系 104 と、チャンバ 100 内部を排気する排気系 105 とは、塗布部 91 の処理室、すなわちチャンバ 100 の処理雰囲気気を独立して制御するための、前記制御機構の主構成要素となっている。

ここで、液体供給系 102、廃液処理系 103、供給系 104、及び排気系 105 については、それぞれ第 1 の実施形態で示した塗布部 21 に備えられている液体供給系 42、廃液処理系 43、供給系 44、及び排気系 45 とほぼ同一構成となっているので、その説明を省略し、塗布部 21 と異なる点についてのみ説明する。

#### 【0073】

塗布部 91 では、液状材料は、液状材料容器 51 から MFC 57 を介してディスペンサヘッド 110 に供給され、ディスペンサヘッド 110 に設けられた複数のノズル 111 から、基板 W 上に非常に多くのドット 300 として塗布される。ここで、ディスペンサヘッド 110 は微小液滴を吐出する液滴吐出部となるものであり、このディスペンサヘッド 110 は、前記基板ステージ 101 に対して相対的に移動することにより、該基板ステージ 101 上に保持された基板 W の所望位置に微小液滴を滴下できるようになっている。尚、MFC 57 は必ずしも必要ではなく、ディスペンサヘッド 110 により所望の量の微小液滴を吐出することが出来れば不要である。

#### 【0074】

図 8 に、ディスペンサヘッド 110 の詳細断面を示す。

このディスペンサヘッド 110 は、インクジェットプリンタのヘッドと同様の構造のもので、ピエゾ素子の振動で液状材料を吐出するよう構成されたものであ

る。液状材料は、入り口部 311 から供給口 312 を介してキャビティ部 313 に溜まる。振動板 315 に密着しているピエゾ素子 314 の伸縮によって該振動板 315 が動き、キャビティ 313 の体積が減少または増加する。すると、液状材料は、キャビティ 313 の体積が減少することでノズル口 316 から吐出され、また、キャビティ 313 の体積が増加することで供給口 312 からキャビティ 313 に供給される。ノズル口 316 は、例えば、図 9 に示すように、2 次元的に複数個配列されており、図 7 に示したように、基板 W とディスペンサヘッド 110 とが相対的に移動することにより、基板の所望の位置に液状材料を吐出し、所望の形状に塗布膜を形成できるようになっている。

#### 【0075】

図 9 において、ノズル口 316 の配列ピッチは、横方向ピッチ P1 が数 10 ～ 数 100  $\mu\text{m}$ 、縦方向ピッチ P2 が数 mm である。ノズル口 316 の口径は数 10  $\mu\text{m}$  ～ 数 100  $\mu\text{m}$  程度である。一回の吐出量は数 ～ 数 100 ng であり、吐出される液状材料の液滴の大きさは直径数 ～ 数 100  $\mu\text{m}$  である。、ノズル 305 から吐出された 1 つの液滴は基板上では数 ～ 数 100  $\mu\text{m}$  の円形のパターン（ドット 300）となる。前記ドット 300 のピッチを小さくして隣り合うドットを互いに連続させるように吐出することで、基板上に線状パターンや島状パターンに塗布膜を形成することができる。従って、本方式による薄膜の形成方法では、必要な領域に必要な量の液体材料を塗布するので、材料の使用効率が著しく高くなり、コストを低減することができる。また、薄膜をエッチングする工程をなくすることが出来るので、エッチング装置も不要になり、エッチングに伴うプラズマダメージやオーバエッチに起因する下地に対する問題もなくなることになる。従って、大幅なコストダウンと工程短縮、デバイスの高性能化や安定した品質のデバイスを作製することが可能となる。

#### 【0076】

また、このインクジェット方式の液体塗布方式では、基板全面に塗布膜を形成することもできる。このためには、ドット 300 の間隔を狭くして互いに重なるようにドット 300 を形成するか、ステージ 101 に回転機構を設けて、ドット状に形成された液体材料を、基板全面に広がるようにしてもよい。したがって液

状材料を効率的に使用することができる。この方式は、第1の実施形態で説明した塗布膜にて形成される導電膜、絶縁膜、半導体膜の形成にも適用できるので、これらの薄膜を有して形成された薄膜デバイスを利用した画像表示装置や電子機器のコスト低減に非常に大きな効果をもたらすものとなる。

#### 【0077】

##### 〔第3の実施形態〕

図10は、本発明の薄膜形成装置の第3の実施形態を示す図である。なお、図10中において図1及び図6と同一構成のものには同一の符号を付し、その説明を省略する。

本実施形態における薄膜形成装置では、基本的な構成は図1及び図6に示す第1及び第2の実施の形態と同様であるが、処理部120において、基板に液状材料を塗布する塗布工程として、スピコート法にて液状材料を塗布する塗布部（塗布装置）21と、インクジェット法にて液状材料を塗布する塗布部（塗布装置）91とをそれぞれ有している。

#### 【0078】

このような構成によれば、薄膜の種類や形状によって、液状材料の塗布方法を選択することが可能となる。例えば、基板全面に薄膜を形成する場合には、塗布部21にてスピコート法を用いて効率良く塗布を行うことができる。それに対して、塗布部91でのインクジェット法による液体塗布では、数～数10 $\mu$ m幅の線状のパターンに塗布することができる。この技術をシリコン膜や導電膜の形成に用いれば、例えばTF Tの薄膜形成において、フォトリソグラフィ工程が不要な直接描画が可能となる。TF Tのデザインルールが数～数10 $\mu$ m程度であれば、この直接描画と塗布方式の薄膜形成技術を組み合わせることにより、CVD装置、スパッタ装置、露光装置、エッチング装置を使用しない液晶表示装置の製造が可能となる。また、不純物がドーピングされた半導体材料を用いることにより、イオン打ち込みやイオンドーピング装置も不要となる。

#### 【0079】

##### 〔第4の実施形態〕

##### （半導体装置の形成方法）

図 11～13 に、半導体装置（例えば、TFT）の基本的な製造工程を示す。

図 11（a）に示すように、シリコン基板 200 上に第 1 絶縁膜（下地絶縁膜）201 が形成され、さらに、該第 1 絶縁膜 201 上に第 2 絶縁膜 202 が形成される。第 1 絶縁膜 201 及び第 2 絶縁膜 202 は、それぞれ、例えばポリシラザンを溶媒に混合した第 1 の液状材料がスピコート法で塗布され、熱処理によって  $\text{SiO}_2$  とされることで形成される。

#### 【0080】

次に、フォトエッチング工程によりシリコン膜形成領域がパターンニングされる。第 2 絶縁膜 202 上には、第 1 レジスト膜 203 が形成され、該第 1 レジスト膜 203 のパターンに合わせて第 2 絶縁膜 202 のシリコン膜形成領域がエッチングされる。絶縁膜のエッチングにフッ素を含有したプラズマを用いると、レジスト表面が弗化され、撥液性を有するようになる。シリコン原子を含有した第 2 の液状材料は、インクジェット法によりシリコン膜形成領域に向けて滴下される。第 1 レジスト膜 203 の表面は、第 2 の液状材料が接触する第 1 絶縁膜 201 の表面に比べて、プラズマの作用で撥液性となっているので、第 2 の液状材料は、スムーズにシリコン膜領域に進入することが可能となる。第 2 の液状材料の塗布の終了後、熱処理によって、第 2 の液状材料に含有していた有機溶剤が除去される。この熱処理の加熱温度は、約  $150^\circ\text{C}$ 、加熱時間は、約 5 分間である。

#### 【0081】

図 11（b）に示すように、熱処理後、第 1 レジスト膜 203 は、剥離され、さらに、第 2 の熱処理によって、シリコン塗布膜は固体化され、シリコン膜 204 が形成される。尚、レジストに耐熱性があれば第 1 の熱処理をより高い温度で行ったり、あるいは第 2 の熱処理後に第 1 レジスト膜 203 を隔離してもよい。

#### 【0082】

図 11（c）に示すように、シリコン膜 204 の形成後、該シリコン膜 204 及び第 2 絶縁膜 202 上にゲート絶縁膜となる第 3 絶縁膜 205 が形成される。第 3 絶縁膜 205 は、下層の絶縁膜と同様に、例えば、ポリシラザンを溶媒に混合した第 1 の液状材料をスピコート法により塗布され、熱処理により  $\text{SiO}_2$  に転化されて形成される。

## 【0083】

図12(d)に示すように、第3絶縁膜205形成後、図11(a)と同様に、フォトエッチング工程によりゲート電極領域がパターンニングされる。第3絶縁膜205上には、第2レジスト膜206が形成され、フォト工程によりゲート電極形成領域がパターンニングされる。次に、第2レジスト膜206の表面を、フッ素含有ガスを用いたプラズマで処理することにより、レジスト表面を撥液性にさせる表面処理を行っても良い。該表面処理後、AgやCu等の金属粒子が含有された第3の液状材料は、材料吐出方式法によりゲート電極領域に向けて滴下される。第2レジスト膜206の表面は、プラズマ処理によるフッ化作用で撥液性を有しているので、第3の液状材料は、スムーズにシリコン膜領域に進入することが可能となる。第3の液状材料の塗布の終了後、第1の熱処理によって、第3の液状材料に含有していた有機溶剤が除去される。この第1熱処理の加熱温度は、約150℃、加熱時間は、約30分間である。

## 【0084】

図12(e)に示すように、第1の熱処理後、第2レジスト膜206は、剥離され、さらに、第2の熱処理によって、ゲート電極膜は微密化され、ゲート電極207が形成される。ゲート電極207の形成後、シリコン膜204に向けて不純物のイオン注入が行われ、シリコン膜204には、不純物が高濃度にドーピングされたソース領域204S及びドレイン領域204Dと、ソース領域204Sとドレイン領域204Dとの間のチャネル領域204Cとが形成される。

## 【0085】

図12(f)に示すように、シリコン膜204への不純物注入の終了後、第3絶縁膜205、及びゲート電極207上に、層間絶縁膜となる第4の絶縁膜208が形成される。第4絶縁膜208は、下層の絶縁膜と同様に、例えば、ポリシラザンを溶媒に混合した第1の液状材料をスピンコート法により塗布され、熱処理によりSiO<sub>2</sub>に転化されて形成される。ここで、さらに熱処理を加え、各種絶縁膜の緻密化と、注入した不純物の活性化を図る。

## 【0086】

図12(g)に示すように、第4の絶縁膜208上には、コンタクトホールを

形成するための第3レジスト膜209が形成され、シリコン膜204の表面までエッチングをし、コンタクトホールを開口する。

#### 【0087】

図13(h)に示すように、コンタクトホール形成後、さらに第3レジスト膜209上に追加露光してソース電極及びドレイン電極の形成領域をパターンニング形成する。

#### 【0088】

図13(i)に示すように、電極パターン領域形成後、CuやAl等の金属粒子が含有された第4の液状材料は、材料吐出方式によりソース・ドレイン各電極領域に向けて滴下される。第3レジスト膜209の表面は、プラズマ処理により撥液性を有しているので、第4の液状材料は、スムーズにソース・ドレイン各電極領域に進入することが可能となる。第4の液状材料の塗布の終了後、第1の熱処理によって、第4の液状材料に含有していた有機溶剤が除去され、固体状の金属膜が形成される。この熱処理の加熱温度は、約150℃、加熱時間は、約30分間である。

#### 【0089】

図13(j)に示すように、熱処理後、第4レジスト膜209は、剥離され、さらに、第2の熱処理によって、金属膜は焼成され、低抵抗のソース電極211とドレイン電極210とが形成される。電極形成後、最上層に保護膜（保護用絶縁層）212が形成される。

#### 【0090】

なお、この第4の実施形態では、半導体装置の製造方法として説明したが、電気光学装置に用いられるアクティブマトリクス基板であるTFT基板や、同様にアクティブマトリクス基板としてMIM（金属－絶縁－金属）、MIS（金属－絶縁－シリコン）などの他の2端子、3端子素子を画素スイッチング素子とするものにも適用できる。例えばMIMを用いたアクティブマトリクス基板の薄膜積層構造は半導体層を含まず、導電層と絶縁層のみで構成されるが、この場合にも本発明を適用できる。

また、例えば有機EL装置などの電気光学装置の製造や、一般的なLSIの製

造にも適用可能であり、さらには、前記以外の半導体層を含む種々の薄膜積層構造を有する薄膜デバイスにも本発明は適用可能である。

#### 【0091】

##### 〔第5の実施形態〕

##### （電気光学装置）

次に、本発明の電気光学装置の一例として、有機EL（エレクトロルミネッセンス）装置について説明する。

図14は、前記薄膜形成装置によって形成された半導体装置を有する有機EL装置の側断面図であり、まずこの有機EL装置の概略構成を説明する。

図14に示すようにこの有機EL装置301は、基板311、回路素子部321、画素電極331、バンク部341、発光素子351、陰極361（対向電極）、および封止基板371から構成された有機EL素子302に、フレキシブル基板（図示略）の配線および駆動IC（図示略）を接続したものである。回路素子部321は、TFT等からなるアクティブ素子322を基板311上に形成し、複数の画素電極331を回路素子部321上に整列させて構成されたものである。ここで、TFT等からなるアクティブ素子322は、その一部が前記の薄膜塗布装置によって形成されたものであり、具体的には図11～図13に示したような工程で形成されたものである。

#### 【0092】

また、各画素電極331間にはバンク部341が格子状に形成されており、バンク部341により生じた凹部開口344に、発光素子351が形成されている。陰極361は、バンク部341および発光素子351の上部全面に形成され、陰極361の上には封止用基板371が形成されている。

有機EL素子を含む有機EL装置301の製造プロセスは、バンク部341を形成するバンク部形成工程と、発光素子351を適切に形成するためのバンク表面処理工程と、発光素子351を形成する発光素子形成工程と、陰極361を形成する対向電極形成工程と、封止用基板371により発光素子全体を外界から保護するための封止工程とを備えている。

#### 【0093】



発光素子形成工程は、バンク部 341 に囲まれた凹部開口 344、すなわち画素電極 331 上に正孔注入層 352 および発光層 353 を形成することにより発光素子 351 を形成するもので、正孔注入層形成工程と発光層形成工程とを具備している。そして、正孔注入層形成工程は、正孔注入層 352 を形成するための第 1 組成物（液状体）を各画素電極 331 上に吐出する第 1 吐出工程と、吐出された第 1 組成物を乾燥させて正孔注入層 352 を形成する第 1 乾燥工程とを有し、発光層形成工程は、発光層 353 を形成するための第 2 組成物（液状体）を正孔注入層 352 の上に吐出する第 2 吐出工程と、吐出された第 2 組成物を乾燥させて発光層 353 を形成する第 2 乾燥工程とを有している。

#### 【0094】

この有機 EL 装置 301 においては、そのアクティブ素子 322 として第 4 の実施形態で示したような半導体装置（TFT）が用いられており、したがってこの有機 EL 装置 301 によれば、低コストで高性能の半導体装置を備えていることにより、この有機 EL 装置 301 自体も高性能のものとなる。

なお、本発明が適用される電気光学装置としては、前記のものに限定されることなく、例えば電気泳動装置や液晶表示装置、プラズマディスプレイ装置など種々のものにも適用可能である。

#### 【0095】

##### 〔第 6 の実施形態〕

##### （電子機器）

第 6 の実施形態として、本発明の電子機器の具体例について説明する。

図 15 は、携帯電話の一例を示した斜視図である。

図 15 において、600 は内部に第 4 の実施形態の方法で製造された半導体装置を備えた携帯電話本体を示し、601 は同じく第 4 の実施形態の方法で製造された半導体装置を備えた有機 EL 装置からなる表示部を示している。

図 15 に示した電子機器（携帯電話）は、前記実施形態の半導体装置もしくは有機 EL 装置を備えたものであるので、高性能の半導体装置を備えていることにより、この電子機器自体も高性能のものとなる。

なお、電子機器としては、前記の携帯電話以外にも、ワープロ、パソコン、腕

時計型電子機器など各種のものに適用可能である。

#### 【0096】

以上、本発明の塗布装置、薄膜の形成方法、薄膜形成装置、半導体装置の製造方法、電気光学装置、並びに電子機器について説明したが、本発明は前記実施形態に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で設計自由に変更が可能である。

例えば、前記第1の実施形態の薄膜形成装置では、図1に示したように処理部11に接続室13を接続した構成としたが、本発明は、これに限定されることなく、図16に示すように接続室を設けず、処理部11をロード10からアンロード12まで直接連続（連通）させた構成としてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

- 【図1】 第1実施形態による薄膜形成装置を示す概略構成図である。
- 【図2】 前処理部の概略構成図である。
- 【図3】 塗布部（塗布装置）の概略構成図である。
- 【図4】 第1熱処理部の概略構成図である。
- 【図5】 第2熱処理部の概略構成図である。
- 【図6】 第2実施形態による薄膜形成装置を示す概略構成図である。
- 【図7】 インクジェット処理部の概略図である。
- 【図8】 図7におけるディスペンサヘッドの部分拡大側面図である。
- 【図9】 図7におけるディスペンサヘッドの部分拡大底面図である。
- 【図10】 第3実施形態による薄膜形成装置を示す概略構成図である。
- 【図11】 半導体装置の製造工程図である。
- 【図12】 半導体装置の製造工程図である。
- 【図13】 半導体装置の製造工程図である。
- 【図14】 有機EL装置の側断面図である。
- 【図15】 第5の実施形態による電子機器の例を示す斜視図である。
- 【図16】 他の実施形態による薄膜形成装置を示す概略構成図である。

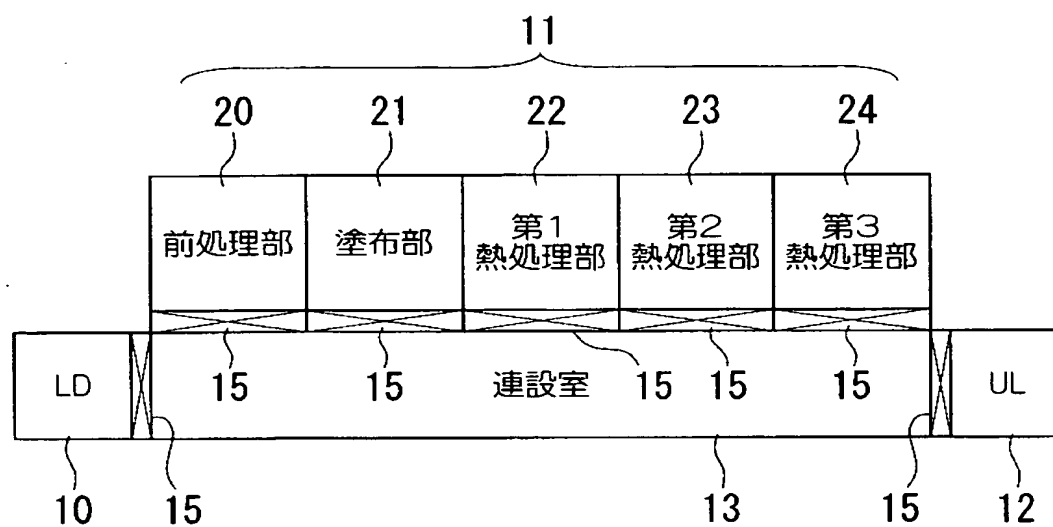
#### 【符号の説明】

13…接続室、20…前処理部、21…塗布部（塗布装置）、

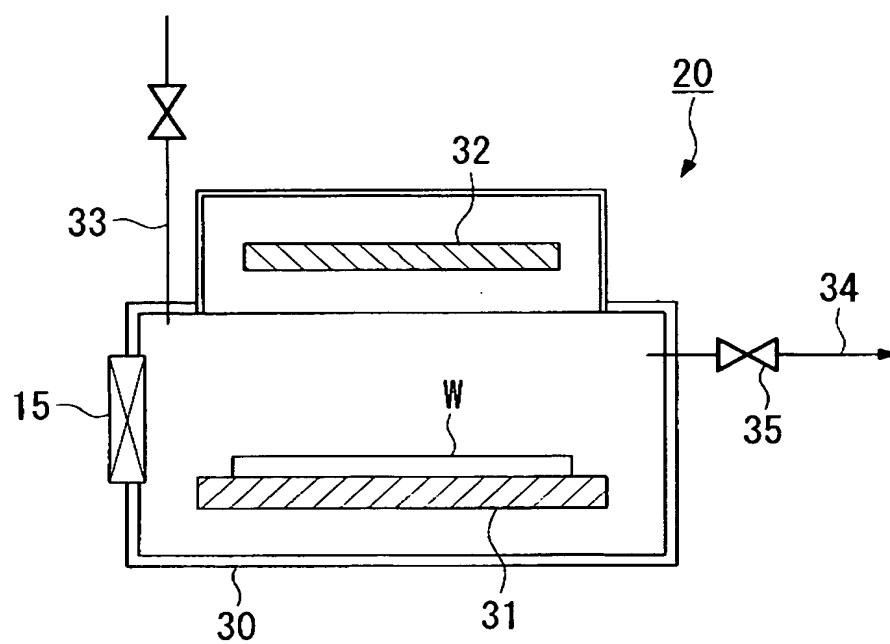
2 2 …第 1 熱処理部（熱処理装置）、2 3 …第 2 熱処理部（熱処理装置）、  
2 4 …第 3 熱処理部（熱処理装置）、4 0 …チャンバ（塗布室）、  
4 2 …液体供給系、4 3 …廃液処理系（廃液収容機構）、  
5 0 …液状材料供給系（第 1 の液供給系）、5 1 …液状材料容器、  
5 2 …洗浄剤供給系（第 2 の液供給系）、  
5 3、1 1 1 …ノズル（ノズル部）、  
5 7 …M F C（マスフローコントローラ）、6 0 …洗浄剤容器（容器）、  
9 1 …塗布部（塗布装置）、9 2 …失活剤供給系（第 2 の液供給系）、  
W …基板

【書類名】 図面

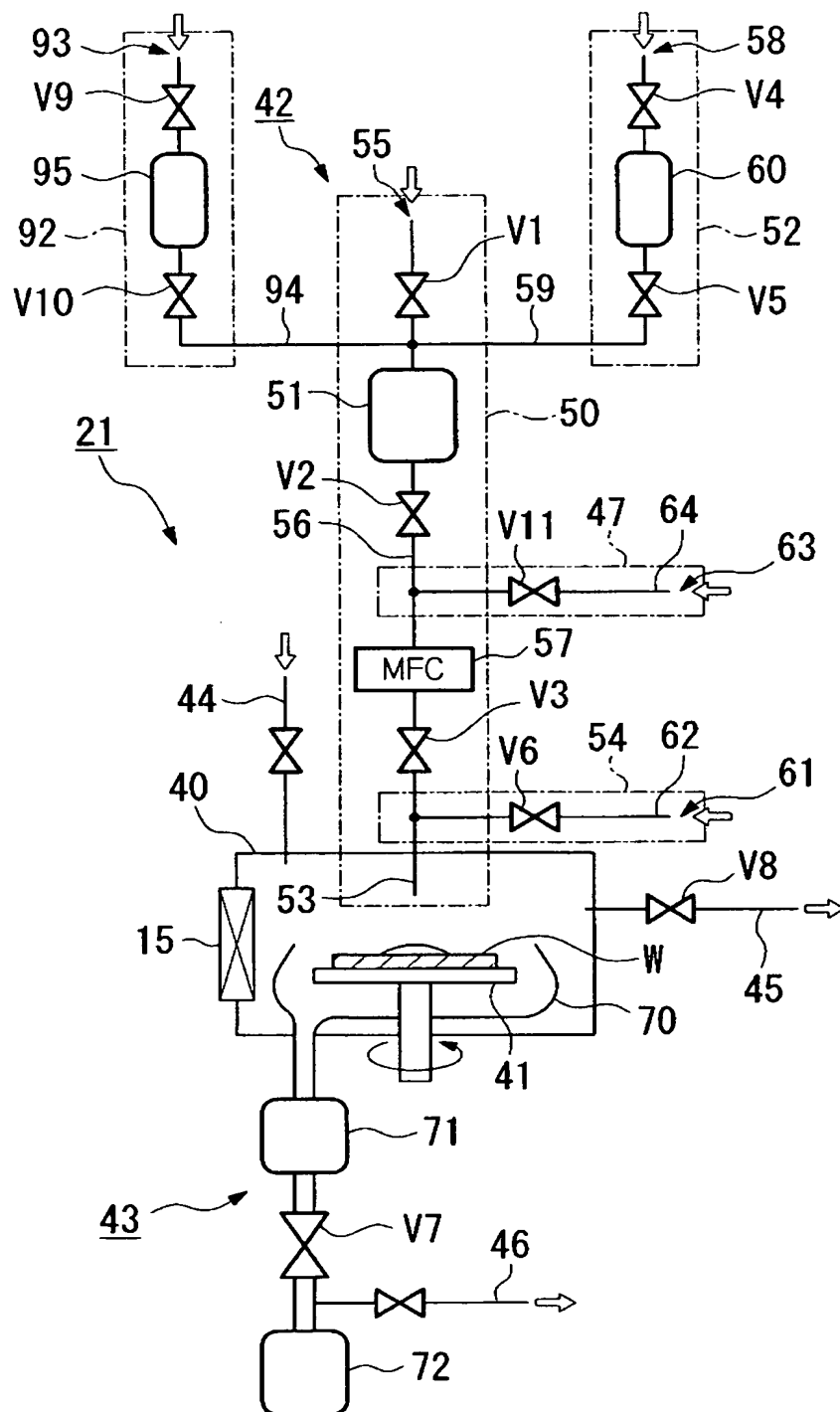
【図 1】



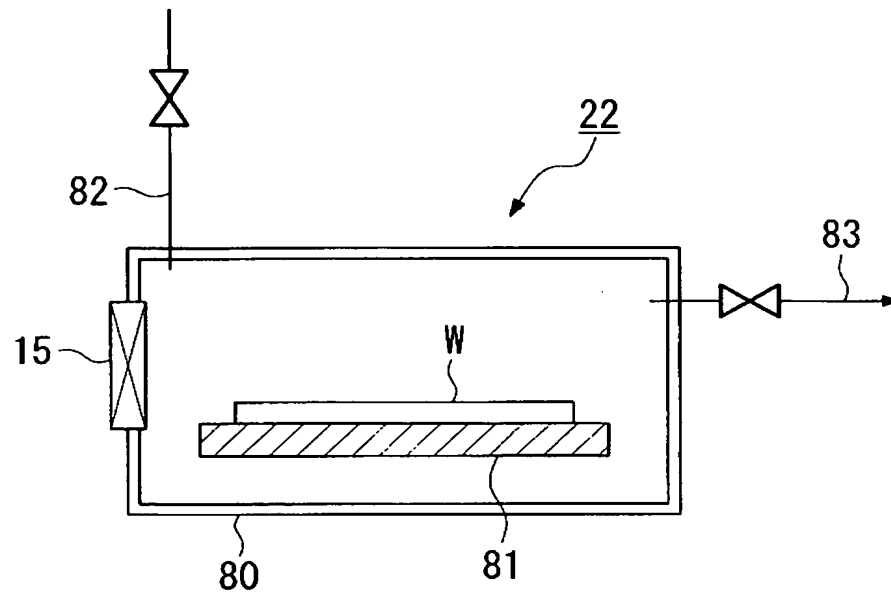
【図 2】



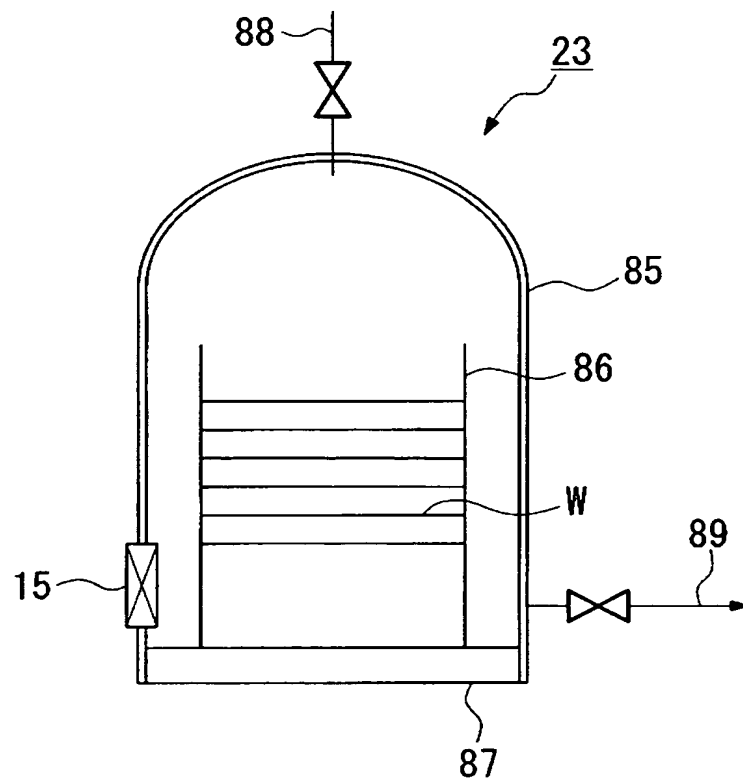
【図 3】



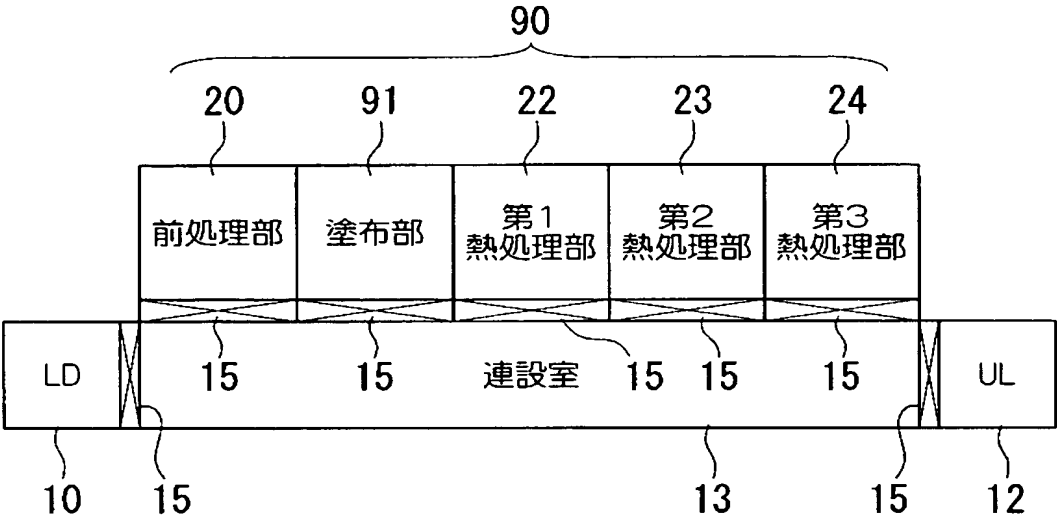
【図 4】



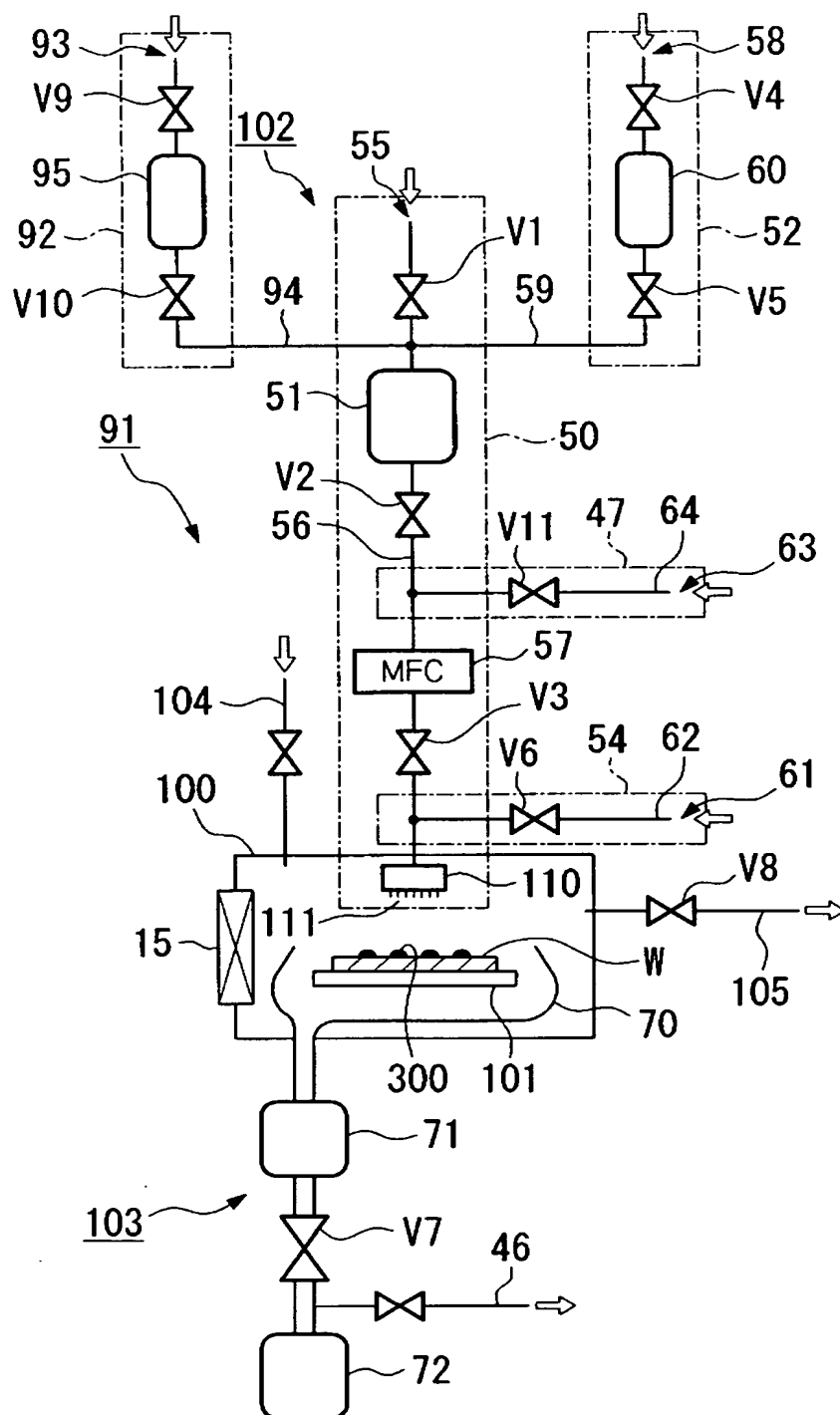
【図 5】



【図 6】

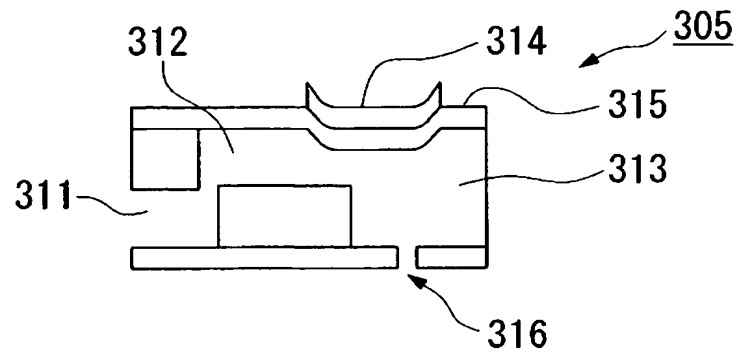


【図 7】

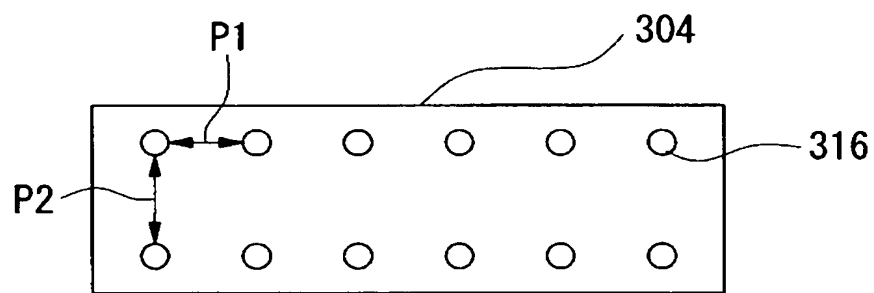




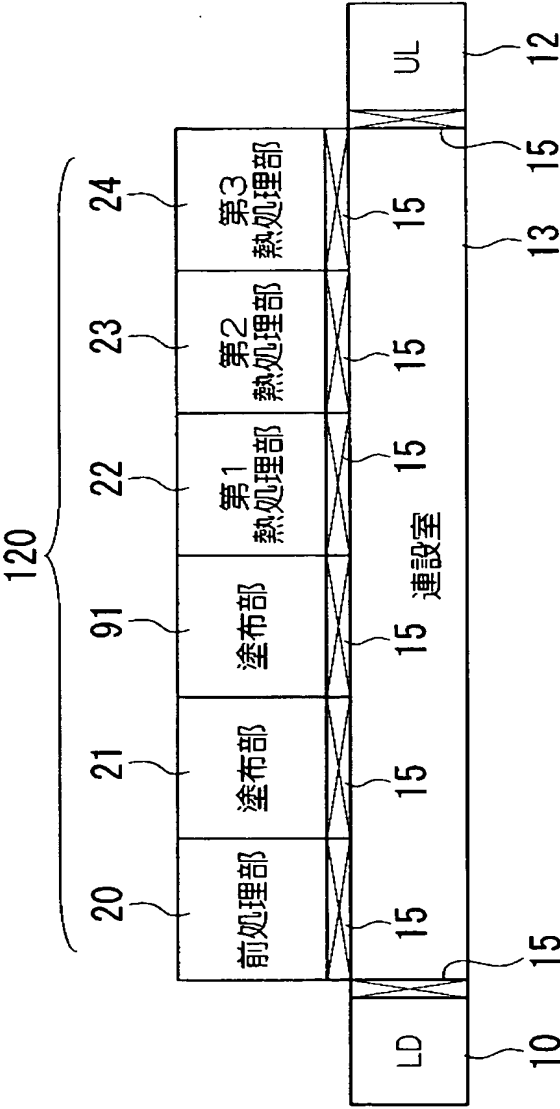
【図 8】



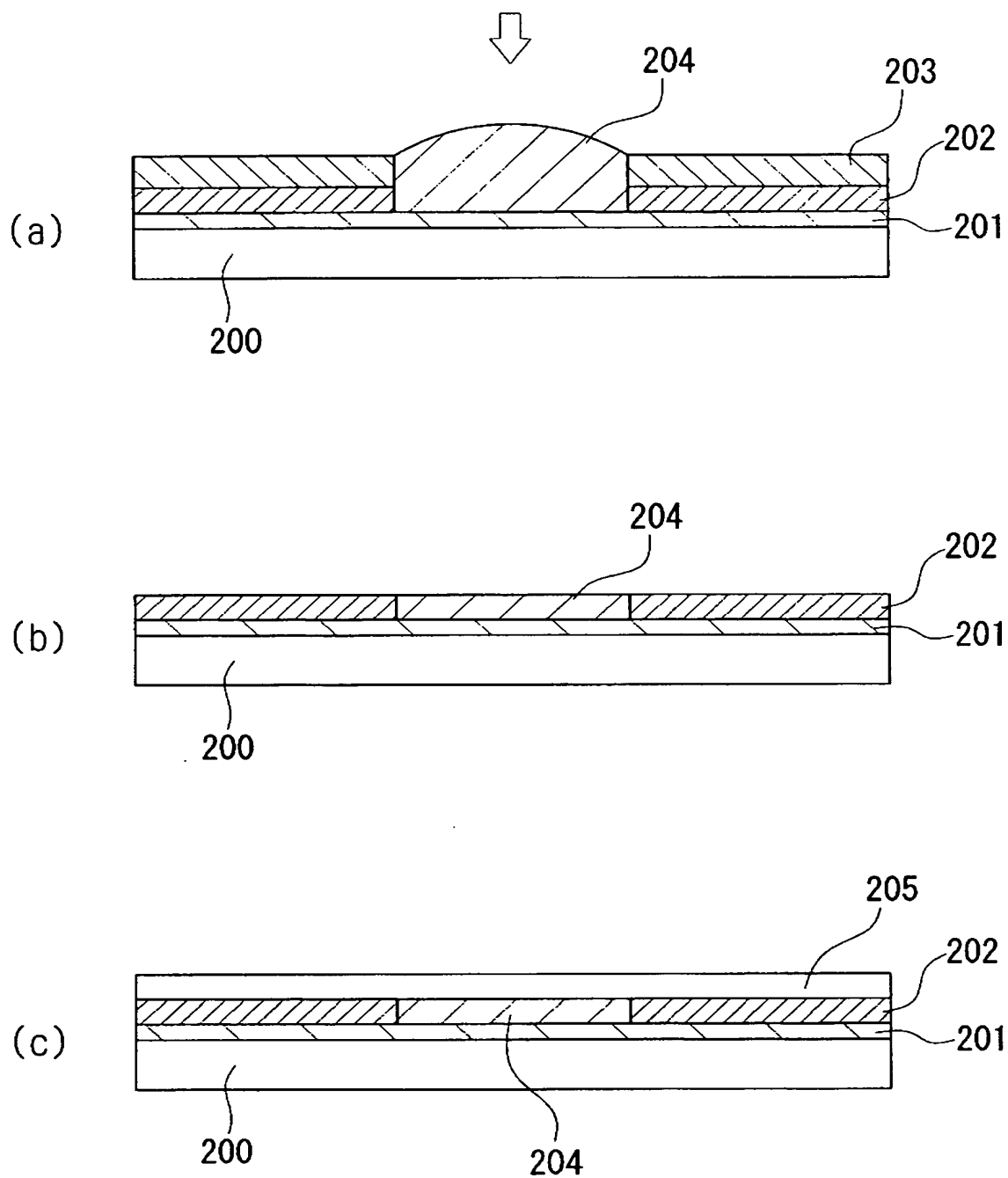
【図 9】



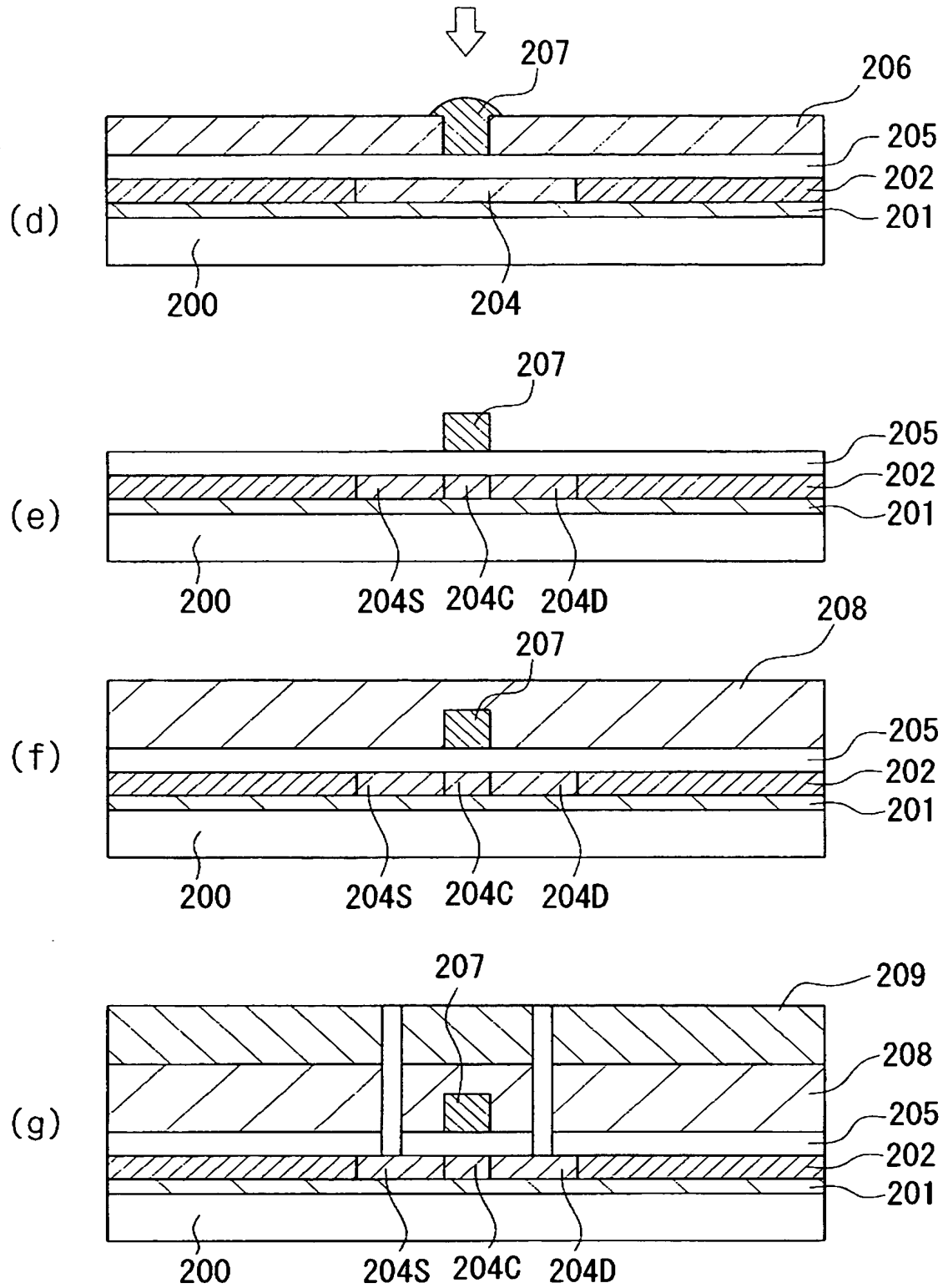
【図 1 0】



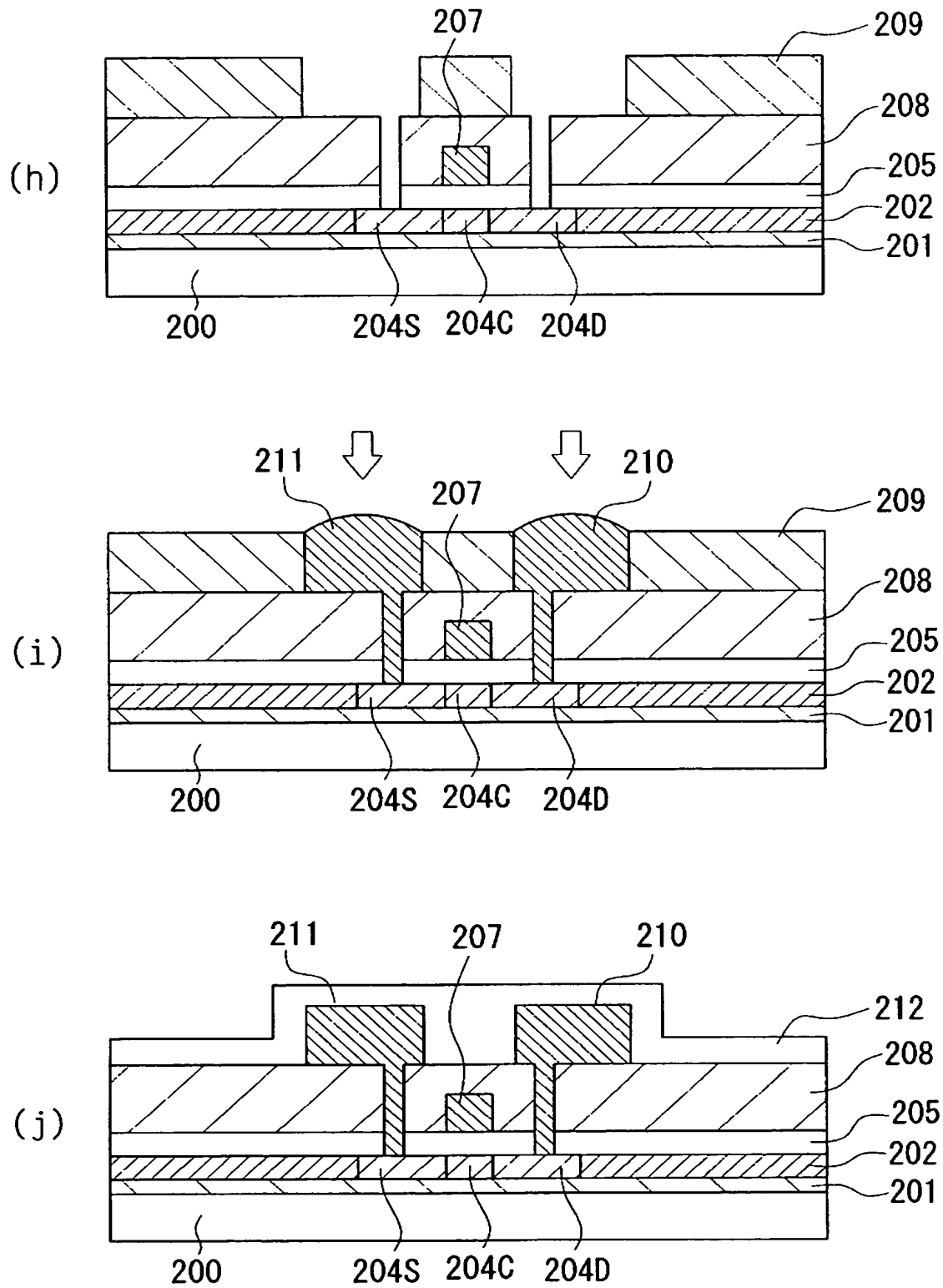
【図 11】



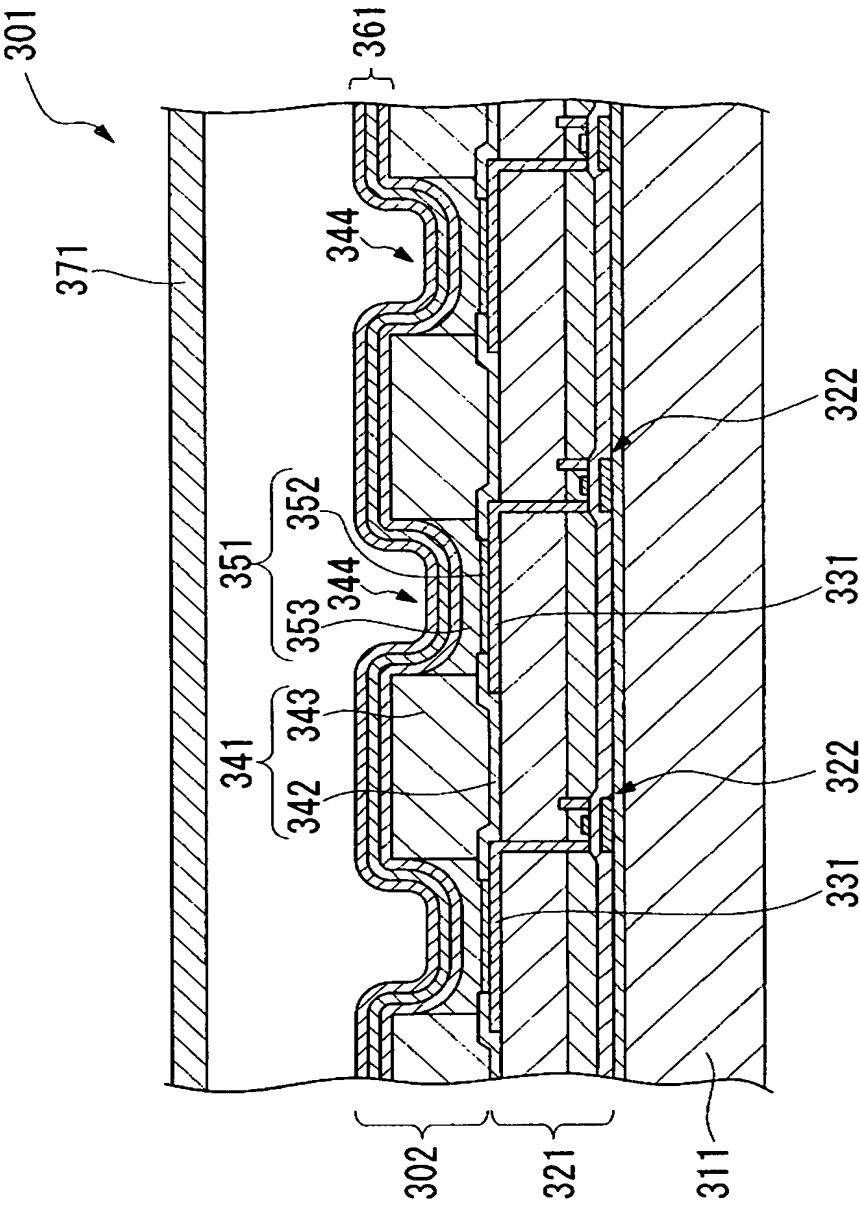
【図 12】



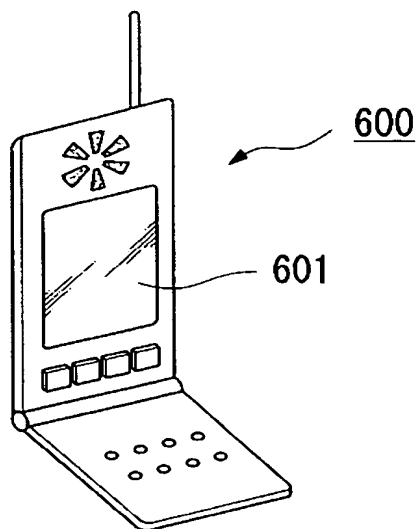
【図 13】



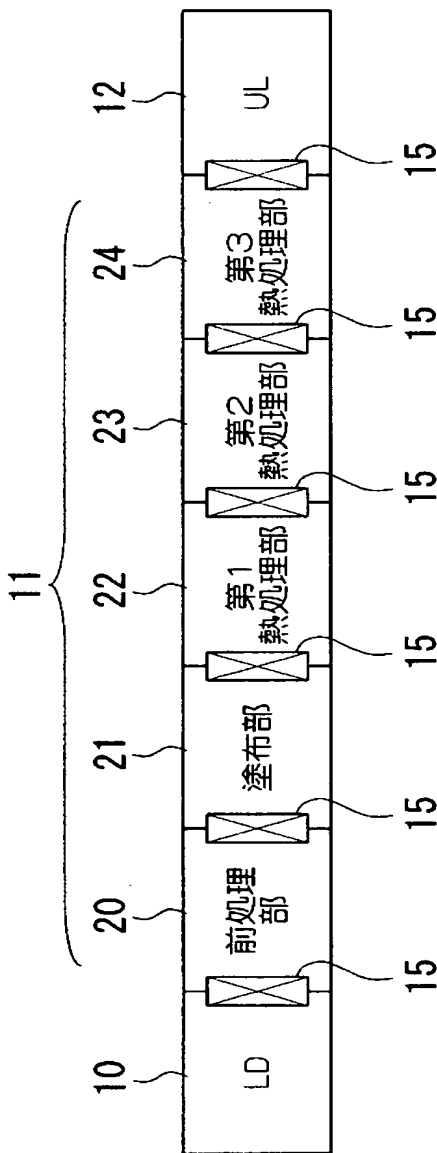
【図 14】



【図 15】



【図 16】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 欠陥が少なく高性能の薄膜を再現性よく得ることができ、装置のメンテナンスを効率的に且つ安全に行えることができ、さらに低コストで薄膜形成を行うことができる、塗布装置、薄膜の形成方法、薄膜形成装置、半導体装置の製造方法、電気光学装置、並びに電子機器を提供する。

【解決手段】 塗布室 4 0 内にて基板 W 上に液状材料を塗布する塗布装置である。塗布室 4 0 に液状材料を供給する第 1 の液供給系 5 0 が設けられており、この第 1 の液供給系 5 0 に、塗布室 4 0 内または第 1 の液供給系 5 0 内に残留する液状材料を洗浄し、あるいは液状材料の活性を失わせるための液を供給する第 2 の液供給系 5 2、9 2 が設けられている。

【選択図】 図 3

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 2 6 3 1 7
受付番号	5 0 3 0 0 7 2 8 8 1 7
書類名	特許願
担当官	笹川 友子 9 4 8 2
作成日	平成 1 5 年 5 月 2 9 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

## 【代理人】

申請人
-----

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	渡邊 隆
----------	------

## 【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	志賀 正武
----------	-------

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100110364
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	実広 信哉
----------	-------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 2 6 3 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 3 6 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社